СЕЛЕКЦІЯ І НАСІННИЦТВО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН

М. Я. Молоцький,
С. П. Васильківський,
В. І. Князюк,
В. А. Власенко



•ВИЩА ОСВІТА•

М. Я. Молоцький,
С. П. Васильківський,
В. І. Князюк,
В. А. Власенко

СЕЛЕКЦІЯ І НАСІННИЦТВО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН

Затверджено
Міністерством аграрної політики
України як підручник для студентів
агрономічних спеціальностей
аграрних вищих навчальних закладів
II – IV рівнів акредитації

Київ
«Вища освіта»
2006

УДК 631.527:631.53.02(075.8)
ББК 41.3я73
М29

Гриф надано Міністерством аграрної політики України (лист № 18-2-1-128/778 від 01.07.04 р.)

Рецензенти: доктори сільськогосподарських наук *Н.С. Кожушко, М.Д. Гончаров* (Сумський національний аграрний університет); доктор сільськогосподарських наук *Л.А. Бурденюк-Тарасевич* (Білоцерківське відділення Інституту цукрових буряків УААН)

Редактор *Л.М. Орішич*

М29 **Молоцький М.Я., Васильківський С.П., Князюк В.І., Власенко В.А.** Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин: Підручник. — К.: Вища освіта, 2006. — 463 с.: іл.

ISBN 966-8081-50-1

Висвітлено історію виникнення і становлення селекції сільськогосподарських рослин як галузі і науки в нашій країні та за кордоном. Розглянуті основні питання загальної селекції та методи створення вихідного матеріалу і сортів: внутрішньовидова і віддалена гібридизація, мутагенез і поліплоїдія, інцухт і гетерозис, біотехнологія. Приділено увагу методам добору, оцінювання селекційного матеріалу, технології селекційного процесу, державного сортовипробування. Викладено матеріал з насінництва польових культур — охарактеризовано системи насінництва і схеми відтворення елітного насіння, сортозаміну та сортооновлення, технологію вирощування насіння з високими сортовими, посівними і врожайними властивостями.

Для студентів агрономічних спеціальностей аграрних вищих навчальних закладів II – IV рівнів акредитації.

ББК 41.3я73

ISBN 966-8081-50-1

© М.Я. Молоцький, С.П. Васильківський, В.І. Князюк, В.А. Власенко, 2006

ПЕРЕДМОВА

Селекція — найдешевший, найрезультативніший та екологічно чистий чинник зростання виробництва продукції рослинництва. За сучасних тенденцій підвищення вартості енергозатрат на одиницю виробленої продукції і за наявності проблем, що виникли внаслідок загрозливого забруднення навколишнього природного середовища, селекції відводиться особливо важлива економічна і суспільна роль.

Теорія і практика селекції та насінництва ґрунтуються на концепціях генетики, фізіології, біохімії рослин та інших суміжних наук. Специфічною функцією селекції є створення нових сортів і гібридів сільськогосподарських рослин для збільшення виробництва та поліпшення якості вирощеної продукції. Впливаючи безпосередньо на підвищення продуктивності сільського господарства, селекція перетворюється на засіб виробництва.

У цілому людство має у своєму розпорядженні величезні резерви для збільшення харчових ресурсів, особливо сільськогосподарської продукції. Практика свідчить, що на основі широкого використання нових сортів і гібридів сільськогосподарських рослин, застосування добрив, пестицидів, зрошення, засобів механізації, починаючи з 50-х років XX ст., вдалося вдвічі-втричі й більше підвищити врожайність кукурудзи, пшениці, рису, овочевих, плодових, технічних та інших культур. Значне підвищення врожайності основних сільськогосподарських культур в Україні пов'язано з широким впровадженням у виробництво сортів, створених В.Я. Юр'євим, В.М. Ремеслом, А.А. Горлачем, П.Х. Гаркавим, Б.П. Соколовим, Ф.Г. Кириченком, В.І. Дідусем, А.Ф. Шулиндіним, І.К. Котком, С.П. Лифенком, М.А. Литвиненком, В.В. Моргуном, Л.О. Животковим, Л.А. Бурденюк-Тарасевич, А.А. Лінчевським, О.К. Коломієць та ін.

Крім підвищення врожайності сільськогосподарських культур реалізація деяких селекційно-генетичних програм дала змогу створити сорти і гібриди рослин з вищим умістом білка (у тому числі незамінних амінокислот), цукрів, вітамінів та інших біологічно цінних речовин, що сприяло не тільки збільшенню виробництва продуктів харчування, а й поліпшенню їхньої якості.

Нині селекційні дослідження спрямовані на поглиблення знань про успадкування кількісних і якісних ознак, стійкість до стресових чинників довкілля і використання цих знань з метою створення вихідного матеріалу для селекції високопродуктивних сортів рослин, адаптованих до певних умов вирощування.

Дедалі більшого значення набуває впровадження досягнень біотехнології в генетико-селекційний процес, що сприяє пошуку нових перспективних напрямів. Це насамперед розроблення нових технологій селекційного процесу на основі вдалого поєднання традиційних методів селекції і досягнень клітинної та генної інженерії; вдосконалення методів клітинної інженерії рослин, придатних для використання у створенні нових сортів; створення на основі генної інженерії не тільки нових форм рослин із бажаними ознаками, а й принципово нових селекційних форм.

Застосування молекулярно-генетичних маркерів у селекційному процесі сприяє зменшенню масштабів і скороченню термінів селекційних програм, а також формуванню сучасного уявлення про особливості організації та еволюції геномів рослин, удосконаленню їхніх генетичних карт.

Отже, вже сьогодні закладено основи селекції XXI ст., яка ґрунтуватиметься на досягненнях генетики — клітинній селекції, соматичній гібридизації, прямому аналізі генетичного матеріалу, генній інженерії.

Із селекцією нерозривно пов'язане насінництво, яке в своїй організаційній структурі відображає рівень її розвитку. Основними чинниками успішного ведення насінництва є екологія насіння, сортова та насінницька агротехніка, післязбиральне та передпосівне його оброблення і зберігання.

За сучасних умов розвитку сільськогосподарського виробництва, з утвердженням різних організаційних форм господарювання роль насінництва зростає. Насінництво має розвиватися на промисловій основі, а контроль за якістю сортового насіння, яке постачається товаровиробникам, повинен здійснюватися незалежно від форми власності та господарювання через державні органи.

Повна реалізація потенційних можливостей сорту значною мірою залежить від рівня підготовки спеціалістів, які зобов'язані знати генетичну природу та методи створення сортів і гібридів, екологічні принципи організації насінництва, причини погіршення якості сортів, способи використання позитивних модифікацій для виробництва сортового насіння з високими посівними та врожайними властивостями. Видання цього підручника і має на меті певною мірою сприяти цьому.

Автори висловлюють щиру подяку докторам сільськогосподарських наук, професорам Сумського національного аграрного університету Н.С. Кожушко, М.Д. Гончарову та доктору сільськогосподарських наук, головному науковому спеціалісту Білоцерківського відділення Інституту цукрових буряків УААН Л.А. Бурденюк-Тарасевич за цінні зауваження, зроблені в процесі підготовки цієї книги.

Частина І

ЗАГАЛЬНА СЕЛЕКЦІЯ

Розділ 1

СЕЛЕКЦІЯ РОСЛИН І ОСНОВНІ НАПРЯМИ ЇЇ РОЗВИТКУ

1.1. Розвиток і становлення селекції як науки

Еволюція рослинного світу почалася за мільйони років до появи на Землі людини. Сама людина як об'єкт еволюції живої природи з'явилася в період поширення на Землі квіткових рослин, які забезпечили її їжею, одягом, житлом тощо.

Важливим етапом в історії людства, а також у розвитку рослинного світу стало зародження землеробства майже 20 тис. років тому. За цей час людина своєю діяльністю, особливо за допомогою селекції, значно змінила рослинний світ.

Селекція (від лат. *selectio* — добір) — це теорія і практика створення нових та поліпшення існуючих сортів рослин, найбільш пристосованих для задоволення потреб людини. За визначенням М.І. Вавилова, селекція рослин, по суті, є еволюцією, що спрямовується волею людини.

Як наука, мистецтво і галузь сільськогосподарського виробництва селекція пройшла значний шлях розвитку і становлення.

Примітивна селекція і початок розвитку землеробства. Усі культурні рослини утворились у результаті природного добору і багатовікової творчої трудової діяльності людини. Людина змінювала і поліпшувала культивовані нею рослини, створювала нові види й сорти. З часів виникнення землеробства численні сільськогосподарські рослини так змінені людиною, що в них буває важко виявити ознаки подібності з їхніми дикими предками.

Селекція — одне з найбільш ранніх досягнень людства. Вона бере свій початок з глибокої давнини, з часів введення в культуру рослин і одомашнювання тварин. Майже всі сучасні рослинні культури є прямим результатом діяльності людини в епоху примітивного сільського господарства. Значних успіхів у поліпшенні окремих видів рослин (цукрові буряки, соняшник, деякі види кормових культур) було досягнуто недавно. Дикі форми, які дали початок культурним рослинам, відрізняються від таких рослин не тільки врожайністю, а й іншими властивостями (ламкий колос, дрібні плоди і на-

сіння тощо). Вони менш вибагливі до кліматичних і ґрунтових умов, часто стійкіші до хвороб і шкідників, ніж культурні рослини.

Походження перших культурних рослин пов'язане з осілим способом життя людини, коли вона вперше примітивним знаряддям розпушила ділянку землі й висіяла в ґрунт насіння диких рослин.

На пізніших стадіях первісно-матеріальної культури з появою техніки і знарядь праці інтенсивніше відбувалося окультурювання рослин із застосуванням несвідомого добору і розмноження кращих екземплярів корисних рослин. Уже тоді відбиралися рослини з більшими плодами і насінням, кращими смаковими властивостями. Часто об'єктом відбору були рослини з ознаками, зміненими внаслідок дії природних чинників, у тому числі спонтанної гібридизації і мутацій.

Порівняння сучасних сортів із спорідненими дикими формами, які досі існують у природі, виявляє зміни в конституції культурних рослин як наслідок втручання людини. Сотні й тисячі років існують деякі сорти і види в культурі, відібрані колись невідомими селекціонерами.

Упродовж тисячоліть примітивна селекція дала хороші результати і сприяла створенню цінних форм культурних рослин, які дуже важко поліпшити, навіть застосовуючи сучасні методи селекції. Так, М.І. Вавилов (1927) наводить приклади вирощування в Перу сортів кукурудзи, об'єднаних в групу «Куско», з великими зернами, що в 3 – 4 рази більші за відомі нині форми, сорти тонковолокнистого бавовнику Акала, Бігбол, Дюранго, що йдуть від цивілізації Майя, а в Алжирі — цибулі з масою цибулини до 2 кг, середньоазіатської дині по 30 – 70 кг. Сортів з такими розмірами плодів досі не вдалося вивести жодному селекціонерові.

На ранньому етапі розвитку землеробства поліпшення рослин відбувалося повільно, успіхи часто були випадковими. Добір проводився інтуїтивно. Людина помітила, що вищу продуктивність дає потомство від добре розвинених рослин, а тому відбирала з них плоди й насіння для наступного висівання. Насіння відбиралося відповідно до типу землеробства і господарства. Наприклад, кочові племена, висіявши яру пшеницю або бавовник, відкочовували на все літо зі стадами на гірські пасовища і поверталися вже на збирання врожаю. Очевидно, при такому типі господарства пшениця відбиралася на стійкість до обсипання зерна, вилягання, а бавовник — на нерозтріскуваність коробочок при дозріванні. У такий спосіб согди (предки сучасних таджиків) відібрали в природі і ввели в культуру форми абрикосів, плоди яких містили до 70 % цукру і при висиханні на дереві не обпадали з гілок.

Поступово знання про рослини нагромаджувалися і добір ставав більш спрямованим і усвідомленим. Перші досягнення в поліп-

шенні культурних рослин пов'язані з напівсвідомим прагненням стародавніх землеробів використовувати для висівання краще насіння, щоб мати більший урожай. При цьому набутий позитивний досвід передавався з покоління в покоління у формі релігійних заповідей і звичаїв.

У результаті численних експедицій на континенти планети М.І. Вавилов виявив такий зв'язок: що вищий рівень технічної цивілізації, то більше відселектовані її культурні рослини.

Китайські овочі, соя, а також багато польових культур країн Середземномор'я, де розвивалися сильні цивілізації Старого світу, характеризуються високою якістю, крупністю плодів і насіння, що наочно відображує результати копіткої багатовікової селекції.

З розвитком культури землеробства накопичуються досвід і знання про поширення кращих форм рослин, які більшою мірою задовольняли потреби людини. Так, уже в творах Колумелли, Варона, Вергілія, Теофраста можна знайти відомості про значення відбору суцвіття у культивованих злаків і про те, як потрібно проводити відбір.

Завдяки накопиченому впродовж віків досвіду людина починає свідомо і систематично відбирати рослини, плоди, насіння з цінніші-ми властивостями.

Народна селекція. Після перших кроків до свідомого вирощування і розмножування кращих рослин переважно за допомогою свідомого добору було відкрито шлях для широкої емпіричної селекції, яка значною мірою сприяла подальшому розвитку землеробства. На цьому етапі селекція існувала як вид мистецтва, успіхи в якому залежали від досвіду, художнього смаку, інтуїції та зацікавленості справою. Великих успіхів було досягнуто в селекції декоративних рослин, особливо в садах і парках титулованої знаті.

Штучний добір набував масового характеру в багатьох країнах. Хоча селекційна робота ще не мала наукової теорії, проте, апробована часом формування культурних рослин, зумовила створення надзвичайних її форм. У Японії на острові Сакураджіма невідомими методами селекції було створено редьку з коренеплодом масою до 17 кг. Із вихідних форм капусти, що мали лише деякі культурні ознаки, виведено кольрабі і цвітну капусту. До наших часів дійшла величезна різноманітність троянд, жоржин, хризантем, гладіолусів, що наочно свідчить про народну селекцію як мистецтво.

Народною селекцією, яка охоплює багатовіковий період, створено цінні форми сільськогосподарських культур переважно під впливом спільної дії природного та простих способів штучного добору. Деякі з цих форм з часом перетворилися на місцеві сорти і мали важливе значення для розвитку сільського господарства. Так, народна селекція в Росії створила неперевершені за зимостійкістю та якістю міс-

цеві сорти пермських конюшин, льону-довгунцю, виведені псковськими і смоленськими селянами.

Багато вітчизняних місцевих сортів вивозилося в інші країни й використовувалося там як вихідний матеріал. Відомі американські сорти ярої пшениці Маркіз, Гарнет, Кітченер та ін. було виведено з використанням місцевих сортів, вивезених із Росії.

Промислова селекція. З розвитком капіталізму, а отже, і промисловості, появою нових ринків збуту збільшувалося виробництво сільськогосподарської продукції. Примітивні знаряддя сільськогосподарського виробництва було замінено досконалішими. Зріс інтерес до пошуку продуктивніших сортів сільськогосподарських рослин, поширилася їх інтродукція. Насіння кращих сортів і форм стало товаром і прибутковою статтею капіталістичного господарства. Виникли товариства, насінницькі фірми, які почали виводити і випробовувати сорти, розмножувати їх, реалізовувати насіння.

У 1727 р. поблизу Парижа створено знамениту насінницьку фірму «Вільморен», яка досі функціонує і є основним постачальником сортового насіння у Франції. Селекціонери цієї фірми вели пошук ефективних методів поліпшення культурних рослин. У середині XIX ст. Л. Вільморен започаткував використання індивідуального добору з оцінюванням відібраних родоначальних форм за якістю їх потомства (маса коренеплоду і цукристість) у цукрових буряків. Проводячи багаторазовий індивідуальний добір, Л. Вільморен підвищив вміст цукру в коренеплодах з 10 до 15 %. Цукристість коренеплодів збільшувалася кожні 10 років на 1 %.

Також у XIX ст. А. Вільморен почав використовувати гібридизацію для виведення сортів озимої пшениці.

Пізніше в Німеччині засновано фірму «Кляйнванцлебен», селекціонери якої одними з перших після Л. Вільморена почали широко застосовувати індивідуально-родинний добір для цукрових буряків і механізували процес аналізу на вміст цукру в коренеплодах, аналізуючи по кілька мільйонів коренеплодів за рік.

У другій половині XIX ст. у Свальофі (Швеція) створено шведське товариство з насінництва, яке почало виводити нові сорти і розмножувати насіння пшениці, ячменю, вівса, бобових і кормових культур. Згодом це товариство перетворилося на всесвітньо відомий науково-методичний центр країни. Селекціонери Свальофської станції крім великої практичної роботи приділяли значну увагу розробленню принципів методики і техніки селекції. Тут з 1891 р. широко застосовували розроблений Я. Нільсоном метод індивідуального добору вівса і пшениці. Пізніше почали використовувати оригінальний метод популяцій, запропонований у 1908 р. Н.Г. Нільсоном-Еле.

У XIX ст. було створено тисячі насінницьких фірм у Німеччині, Англії, США та інших країнах.

Селекційна робота стала прибутковою, одним із об'єктів торгових підприємств, почала зароджуватися промислова селекція.

Селекція перетворилася на засіб виробництва, впливаючи на підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва впровадженням нових сортів і розмноженням сортового насіння. Зі збільшенням обсягів роботи селекційних і насінницьких підприємств розвинулася техніка для механізації селекційних процесів. Починався період конструювання приладів, машин, спеціальних сівалок, молотарок, віялок, сортувальних машин. Усе це підвищило ефективність селекційної роботи. Проте елементи мистецтва продовжували відігравати важливу роль у результатах селекції. Це можна сказати і про сучасну селекцію.

Селекційне мистецтво є формою збагачення світу прекрасним у живому його втіленні. Якщо певні види мистецтва впливають лише на окремі органи чуття, насамперед зір і слух, то селекцію відрізняє надзвичайна єдність дії на всі органи чуття — зір, слух, дотик, смак і нюх. На відміну від предметів інших видів мистецтва витвір селекціонера здатний до саморозмноження і розселення, що зумовлює його доступність і масовість. Селекціонер — це художник, скульптор, композитор, втілений в одній особі.

Селекціонери-практики, створюючи нові сорти, роблять визначні наукові відкриття: «Із селекційної практики зароджується теорія селекції, і водночас теорія розширює практику селекції. Така діалектика знання нерозривно пов'язана з виробництвом. Взаємопроникнення і єдність теорії і практики наочно підтверджуються історією селекції як мистецтва, як науки і як особливої галузі сільськогосподарського виробництва»[1].

Становлення селекції як науки. Поліпшення культурних рослин ґрунтувалося на природному і штучному доборі. Так, задовго до нашої ери араби практикували штучне запилення фінікових пальм, що вказує на їх знання про існування статі у рослин, про можливість гібридизації. Проте відсутність теоретичної основи тривалий час затримувала використання гібридизації, тому вона залишалася на рівні випадкових пошуків і знахідок.

Перші справді наукові дослідження з гібридизації провів почесний член Петербурзької академії наук Й. Г. Кельрейтер у 60-х роках XVIII ст. Він створив гібриди більш ніж між 50 видами, які належали до більш як 10 родів: Nicotiana, Hibiscus, Datura, Mirabilis тощо. Порівнюючи гібриди з батьківськими формами, виведені від прямих схрещувань (N. rustica × N. paniculata), Й.Г. Кельрейтер проводив і реципрокні (N. paniculata × N. rustica) схрещування. Він

[1] *Вавилов Н.И.* Теоретические основы селекции. — М., 1987. — С.31

спостерігав розщеплення гібридів у другому поколінні, але на той час пояснити цього явища не міг.

Важливу роль в історії вивчення явищ спадковості відіграли праці О. Сажре з гібридизації гарбузових, Т. Е. Найта — з поліпшення плодових дерев і гібридизації різних рас гороху, Ш. Нодена — з гібридизації різновидів і видів овочевих, садових і декоративних рослин.

За результатами наукових праць Ш. Ноден по праву може вважатися не тільки найвизначнішим попередником Г. Менделя, а й частково претендувати на честь відкриття основних закономірностей спадковості.

У розроблення методології селекційного процесу вагомий внесок зробили П. Ширеф (Шотландія), Ля Кутер і Ф. Галлет (Англія). На початку XIX ст. вони успішно застосовували в селекції пшениці одно- та багаторазовий індивідуальний добір і створили нові сорти.

У другій половині XIX ст. широко застосовували гібридизацію географічно віддалених форм пшениці канадські селекціонери В. і Ч. Саундерс (батько і син) та італійський селекціонер Н. Стрампеллі.

Розробленню прикладних питань селекції сприяв американський селекціонер Л. Бербанк. Використовуючи метод гібридизації, одно- і багаторазовий добір, він створив унікальні сорти плодових, овочевих і декоративних культур. Відбираючи по одній рослині з десятків тисяч вихідних рослин, Л. Бербанк довів жорсткість штучного добору майже до рівня жорсткості дії природного добору.

З другої половини XIX ст. розвиток селекції ґрунтується на наукових даних. У багатьох країнах використовують удосконалені методи добору й оцінювання, штучні схрещування з метою виведення гібридів і сортів.

Отже, елементи селекції як науки трапляються вже в наукових працях XVIII – XIX ст. Дослідження і практична селекція цього періоду підготували основу для виникнення наукової селекції та експериментальної генетики.

Ґрунтуючись на аналізі практичних досягнень у поліпшенні порід тварин і сортів рослин, наукових праць своїх сучасників і власних дослідів, Ч. Дарвін сформулював вчення про природний добір і його роль в еволюції.

Сформульоване в 1859 р. Ч. Дарвіном еволюційне вчення відіграло визначну роль у становленні селекції як науки. Теорія Дарвіна вказувала на значні можливості щодо змін типу рослин у потрібному напрямі методом безперервного добору. Ч. Дарвін показував можливість необмеженого впливу розуму і волі людини на мінливість рослин і тварин. Для наукової селекції еволюційне вчення Ч. Дарвіна стало першоосновою.

Після Ч. Дарвіна найсильнішим поштовхом до експериментальних досліджень спадковості і мінливості у XIX ст. стали праці Г. Менделя. Він пояснював закономірності домінування і розщеплення. Вирішальне значення для формування наукової селекції мало повторне відкриття в 1900 р. (Г. де Фрізом, К.Е. Корренсом і Е. Чермаком) законів спадковості, сформульованих Г. Менделем ще в 1865 р.

Відкриття законів Менделя вплинуло на науковий розвиток селекції самозапильних культур, насамперед через учення про чисті лінії.

На основі вчення Г. Менделя датський вчений В.Л. Іогансен у 1903 р. сформулював поняття про чисті лінії. Ґрунтуючись на багаторічних дослідженнях чистих ліній самозапильних культур, він у 1909 р. ввів основні поняття генетики: *ген, генотип* і *фенотип.* Терміном «ген» В.Л. Іогансен запропонував назвати спадковий чинник, який міститься в статевій клітині і самостійно успадковується. Термін «генотип» випливає з поняття «ген»: це сукупність усіх спадкових задатків, які визначають розвиток конкретного організму. Під фенотипом В. Іогансен розумів не просту суму доступних спостереженню або аналізу індивідуальних ознак особини, а вираження досить складної взаємодії генотипу і умов середовища. Вчення В.Л. Іогансена про чисті лінії, яке внесло переворот в уявлення про процеси в доборі, піддавалося численним і багаторічним перевіркам.

Експериментальні дослідження спадковості і мінливості, вчення про чисті лінії, мутаційна теорія, хромосомна теорія спадковості дають початок новій науці — генетиці, а для селекції — теорію свідомого керування спадковістю організмів. З розвитком генетики селекція здобула наукову основу, що забезпечило значне прискорення процесу вдосконалення культурних рослин.

У цілому селекція як наука формується в XX ст., коли створюються селекційні станції, організовуються курси з вивчення селекції при навчальних закладах, видаються спеціальні наукові журнали.

Суть селекції як науки чітко сформулював М. І. Вавилов (1935), який зазначав, що селекція як наукова дисципліна характеризується високим ступенем комплексності: вона запозичує від загальних дисциплін методи і закони про рослини і тварини, деталізуючи їх відповідно до її завдань, до сорту включно. Вчений вважав, що ґрунтуючись на основних дисциплінах, селекція розробляє свої методи, розкриває закономірності, згідно з якими й відбувається формотворчий процес, який зумовлює створення сорту. Отже, селекція при тісному зв'язку із загальнобіологічними науками має власну теоретичну основу. Вона тісно пов'язана з генетикою, ботанікою, цитологією, біохімією, фізіологією рослин, фітопатологією, ентомологією, екологією, рослинництвом, технологією переробки продуктів рослинництва тощо.

Проте, використовуючи методи генетики та інших наук, селекція виробляє свої способи та методи і виступає як самостійна наукова дисципліна.

Вона поширює свій вплив на три сфери діяльності:

- вводить у культуру дикі види і форми (інтродукція, акліматизація);
- збагачує спадковість існуючих сортів, передаючи ознаки і властивості від інших диких видів (міжвидова гібридизація);
- поліпшує культурні форми за рахунок їхніх власних можливостей (внутрішньовидова гібридизація).

Таким чином, селекція реалізовує можливості, які є нереальними для природної еволюції. Якщо інші дисципліни вивчають способи впливу на умови вирощування рослин, то селекція розробляє способи впливу на самі рослини, щоб змінити в потрібному напрямку їх спадковість.

За короткий історичний період (менш як 100 років) наукова селекція досягла значних успіхів.

1.2. Економічна ефективність селекції, перетворення її на безпосередній засіб виробництва

Сільське господарство є унікальним видом людської діяльності, який можна розглядати одночасно як ремесло і як науку управління ростом і розвитком рослин для потреб людини.

Головною метою сільськогосподарської діяльності завжди залишається зростання виробництва продукції, яке нині досягло 5 млрд т за рік. Прогнозується, що до 2025 р. кількість населення на земній кулі досягне 8,3 млрд чол. Щоб забезпечити потреби людства, необхідно підвищити середню світову врожайність зернових культур майже на 50 % і значно збільшити ефективність сільськогосподарського виробництва. Цього можна досягти тільки завдяки науково-технічному прогресу. Тому в XXI ст. має бути друга «зелена революція», що дасть змогу забезпечити людство продуктами харчування. Селекція сільськогосподарських культур — один із головних засобів прогресу в сучасному рослинництві.

Високу економічну ефективність селекції підтвердила сільськогосподарська практика. Спеціальними дослідженнями, які проведено в країнах Західної Європи, доведено, що внесок селекції в досягнутий за останні 25 років приріст урожайності становить, %: 59 — по озимій і 20 — по ярій пшениці, 58 — по ярому і 32 — по озимому ячменю, 80 — по кукурудзі на зерно, від 19 до 57 — по картоплі.

В Англії приріст урожайності озимої пшениці за останні 35 років становив 25,5 ц/га. Внесок селекції в цей приріст — 63 %.

Аналогічні досліди, проведені Селекційно-генетичним інститутом УААН (Одеса), показали, що за всіх однакових умов вирощування нові сорти озимої пшениці перевищують старі (виведені 30 – 40 років тому) на 18 – 22 ц/га.

Головне завдання селекції на сучасному етапі — створення сортів з високим генетично детермінованим потенціалом продуктивності, стабільною стійкістю до хвороб, шкідників, дії несприятливих чинників середовища. Успішне вирішення цього завдання пов'язане з постійним удосконаленням селекційного процесу, його інтенсифікацією.

Інтенсифікація селекційної роботи останніми роками дала можливість значно підвищити продуктивність праці селекціонера, скоротити терміни виведення нових сортів. Проте цей процес зумовив зростання витрат коштів та матеріальних ресурсів за рахунок механізації, сучасного устаткування і приладів, фітотронів та інших культиваційних споруд. Тому пошук шляхів підвищення віддачі потенціалу ресурсів селекції має важливе значення в підвищенні її економічної ефективності.

Економічна ефективність селекційної роботи виявляється не тільки у виведенні поліпшеного сорту, який здатний давати вищий урожай за однакових витрат вирощування порівняно з раніше зареєстрованим сортом, а й у термінах його створення й освоєння виробництвом.

На створення нових сортів потрібна величезна кількість інтелектуальної праці та матеріальних витрат. За даними компанії Asgrow Seed (США), на виведення нового сорту в середньому витрачається 11,1 року без обліку часу на оцінювання, сортовипробування, маркетинг тощо. Витрати на створення сорту пшениці становлять 1,5 – 2,5 млн доларів, а цукрових буряків — 4 млн доларів.

Підвищення ефективності селекції пов'язане з розв'язанням комплексу завдань. Проте головною науковою проблемою прогресу селекції є інтенсивний розвиток теоретичної і методичної основи цієї науки і насамперед генетики.

Вплив генетики на розвиток наукової селекції. Сучасна селекція як наука ґрунтується на величезному теоретичному та експериментальному досвіді, накопиченому за попередні десятиріччя.

Планомірна селекційна робота потребує сильної селекційної теорії. Теоретичною основою селекції є генетика. Саме вона розкриває шляхи ефективного практичного і методологічного керування спадковістю організмів. Розвиток молекулярної біології й генетики, біохімії і фізіології відкриває нові перспективи для селекції.

Вивчення генетики популяцій, пов'язане з розробленням генетичної теорії добору, привело до значних успіхів у селекції самозапильних культур.

Розкриття генетикою явища дискретного і зчепленого успадкування ознак, генетичної рекомбінації стало основою для розроблення теорії гібридизації — основного методу створення вихідного матеріалу.

Віддалена гібридизація, особливо схрещування представників культурних і дикорослих видів, дає можливість не тільки поліпшувати існуючі, а й створювати нові сільськогосподарські культури.

Вивчення генетичного явища гетерозису зумовило розроблення методів практичного одержання гетерозисних гібридів.

Відкриття генетики цитоплазматичної чоловічої стерильності й відновлення фертильності мало важливе значення для практичного використання генетично регульованого гетерозису в рослин. Використання явища цитоплазматичної чоловічої стерильності в селекції значно підвищило ефективність селекційної роботи і докорінно змінило методи насінництва деяких культур. Нині в сільськогосподарському виробництві використовують гетерозисні гібриди кукурудзи, соняшнику, сорго, цукрових буряків, овочевих та інших культур.

Важливе значення для практичної селекції має використання генетичного методу зміни спадковості кратним збільшенням кількості хромосом у клітині рослинного організму. На основі методу експериментальної поліплоїдії створено високопродуктивні сорти цукрових буряків, жита, гречки, різних видів конюшини, лаванди, турнепсу, багатьох декоративних культур. Цей метод використовують при міжвидовій гібридизації картоплі для створення стійких до хвороб сортів.

Ціла епоха розвитку генетики пов'язана з ученням про мутації. З відкриттям можливостей штучного спричинення мутацій, що вперше показано в дослідах Г. А. Надсона і Г. С. Філіпова в 1925 р., у селекціонерів з'явився новий метод одержання вихідного матеріалу.

Визначені в генетичних дослідах хімічні й фізичні мутагени надійно увійшли в практику мутаційної селекції, що відкрило для неї значні перспективи.

Останніми десятиріччями значно поширені біотехнологічні дослідження, під час яких використовують методи генетичної інженерії для створення модифікованих сортів, стійких до гербіцидів, комах, вірусів, грибних та бактеріальних хвороб. Крім того, ці методи застосовують також для підвищення стійкості рослин до абіотичних чинників та регуляції строків їх дозрівання.

Механізм створення трансгенних рослин-організмів дуже складний і полягає у відщепленні потрібних генів із чужої ДНК і вбудовуванні їх у молекулу ДНК певної рослини. За допомогою трансгенних методів, які розроблені практично для всіх корисних організмів, можна змінювати генотип у бажаному напрямку для вирішення різних завдань.

Нині вже отримані і проходять виробничі випробування трансгенні рослини, стійкі до гербіцидів, у таких культур, як кукурудза, соя, льон, бавовник, картопля.

Створено генетично модифіковані сорти картоплі, стійкі до колорадського жука, в геном яких було вмонтовано ген з бактерії Bacillus thuringiensis, що продукує отруйний білок для комах. Швидкості впровадження трансгенних сортів є безпрецедентними і найвищими порівняно з впровадженням будь-яких інших сільськогосподарських технологій. Трансгенні сорти висіваються у 12 країнах на 40 млн га і будуть поширюватись, оскільки вони мають значні переваги для здійснення нової «зеленої революції». Головне — це дотримання правил біобезпеки під час їх поширення.

1.3. Розвиток і досягнення селекції в Україні

Упродовж багатьох століть методом поліпшення культивованих рослин була народна селекція, що створила багато знаменитих місцевих сортів, які стали вихідним матеріалом для розвитку наукової селекції.

Початок селекційно-насінницької роботи в Україні припадає на 80-ті роки XIX ст. У 1884 р. було засновано Полтавське дослідне поле, де Ю.А. Зайкевич розпочав вивчення сортового складу і селекцію пшениці, люцерни, цукрових буряків.

Становлення селекції в Україні наприкінці XIX — на початку XX ст. тісно пов'язане з розвитком цукрової промисловості. При цукрових заводах організовувалися селекційні заклади, що займалися селекцією цукрових буряків. Їх створювали, щоб звільнитися від іноземної залежності у забезпеченні посівів цієї культури сортовим насінням. Основні площі належали сортам фірм Вільморена (Франція), Кляйнванцлебена і Кнауера (Німеччина) та деяких українських. Це були популяції, створені і підтримувані переважно методом масового добору кращих коренеплодів. Перед селекціонерами стояло завдання підвищити не тільки урожайність коренеплодів, а й вміст цукру в них удосконаленням методів селекції.

У 1886 р. створюється Немерчанська (Вінницька) селекційна станція. Досягнення в селекції сільськогосподарських культур на цій

ції станції пов'язане з ім'ям Е.Ю. Заленського. Він запровадив у селекції цукрових буряків метод індивідуального добору з оцінюванням потомства за різних агроекологічних умов. Важливе значення мали його дослідження для розроблення єдиної методики колективного сортовипробування і введення стандартів при випробуванні селекційних номерів. У результаті селекційної роботи вміст цукру в коренеплодах збільшився з 13,5 % у 1886 р. до 15,7 % у 1903 р. і до 18,1 % у 1913 р. За 27 років селекції цукристість збільшилась на 4,6 %. З 1886 р. тут було розпочато роботу, пов'язану із селекцією зернових культур (озимої пшениці, жита, вівса), та створено низку сортів, які за врожайністю перевищували місцеві популяції. Крім практичної селекції, Е. Ю. Заленський розробляв її нові теоретичні питання. Так, він проводив досліди з виведення штучних мутантів цукрових буряків. Нормальну роботу станції було порушено в роки Першої світової війни. Відновлення Немерчанської селекційної станції почалося в 1921 р. Л.І. Ковалевський у 1923 р. розпочав селекційну роботу з пшеницею і цукровими буряками, а в 1931 р. — з ячменем. Селекціонери П. П. Граковський, О.Г. Аврамчук тут створили сорти ярої пшениці.

У 1888 р. організовано Уладово-Люлинецьку дослідно-селекційну станцію. Селекція цукрових буряків тут пов'язана з ім'ям Л.Л. Семполовського, який очолив станцію з 1898 р. і займався селекцією до 1960 р. Він зробив значний внесок у розвиток теорії і практики селекції цукрових буряків. Л.Л. Семполовський у 1897 р. видав першу монографію з селекції рослин «Руководство к разведению семян по улучшению возделываемых растений».

З 1897 р. почала селекцію цукрових буряків, а з 1909 р. — озимої пшениці Іванівська селекційна станція. Із селекцією цукрових буряків пов'язано також заснування в 1899 р. Верхнячської дослідно-селекційної станції.

Значний внесок в організацію і розвиток селекції цукрових буряків наприкінці XIX і на початку XX ст. зробили Ф.І. Куделька, Ц.В. Ритель, Б. О. Паншин та ін. Уже в 1913 р. 30 % посівних площ цукрових буряків засівалося насінням сортів вітчизняної селекції, створених на Немерчанській, Уладово-Люлинецькій, Іванівській, Верхнячській дослідно-селекційних станціях.

Періодом найбільшого поширення селекційної роботи, створення селекційних станцій в Україні є 1908 – 1916 рр. У цей час створюються Одеська, Драбівська, Миронівська, Катеринославська (Синельниківська), Великополовецька (з 1922 р. — Білоцерківська), Носівська, Поліська, Чернігівська та інші станції, які сприяли розробленню теорії селекції і практичного створення сортів сільськогосподарських культур.

Після 1917 р. в Україні було організовано дві системи селекційно-насінницької роботи: система Головцукру, що займалася селекцією і насінництвом цукрових буряків, частково зернових, зернобобових культур і трав, і Всеукраїнське товариство насінництва, яке об'єднало селекційно-насінницьку роботу всіх дослідно-селекційних станцій, що не входили до системи Головцукру.

До системи Головцукру ввійшли переважно колишні приватновласницькі, а до складу Всеукраїнського товариства насінництва — колишні державні або земські дослідні станції.

Націоналізація цукрової промисловості в 1918 р. розпочала новий етап у селекції цукрових буряків та інших культур. Розрізнені до цього селекційні станції були об'єднані в цукротрест під керівництвом Головцукру. В 1920 р. при Головцукрі створено Сортонасінне управління, яке координувало організацію та розроблення напрямів, методів і техніки селекційного процесу.

У 1922 р. створено Науковий інститут буряків (згодом ВНІЦ, нині Інститут цукрових буряків УААН) як науково-методичний центр, що очолив мережу селекційно-дослідних станцій, яка охоплювала всі бурякосійні райони колишнього СРСР. До цієї системи ввійшли Немерчанська, Уладово-Люлинецька, Ялтушківська, Миронівська, Білоцерківська, Верхнячська, Веселоподолянська, Іванівська та інші станції. З 12 станцій, що ввійшли до цієї систему, тільки 7 займалися селекцією зернових культур. За 1922 – 1927 рр. на цих станціях велася робота, пов'язана із селекцією цукрових буряків, озимої пшениці, жита, ярої пшениці, ячменю, вівса, проса, гороху.

Щоб не дублювати роботу станцій, які ввійшли до Наркомзему України, і планомірно охопити всі зони селекцією сільськогосподарських культур, у 1928 – 1931 рр. на деяких станціях системи ВНІЦ розширили набір культур, на інших — скоротили. Практично на кожній станції проводили селекцію по трьох-чотирьох культурах. Усі станції займалися селекцією цукрових буряків й озимої пшениці, а також однією іншою культурою. Планомірна організація селекційної роботи в системі ВНІЦ дала позитивні результати.

У теорію і практику селекції цукрових буряків значний внесок зробили В.Ф. Савицький, М.І. Орловський, В.В. Міхалевич, С.В. Гудвіл, Б.М. Лебединський, Т.Ф. Гринько, М.Ф. Котт, М.Д. Булін, М.І. Таранюк, К.І. Лободін та інші селекціонери, на сорти яких припадали значні посівні площі.

Особливе значення для розвитку селекції мали праці вчених І.Ф. Бузанова, В.П. Зосимовича та селекціонерів-практиків О.К. Коломієць, Л.І. Федоровича, О.В. Попова, Г.С. Мокана, які створили перші сорти принципово нової форми — однонасінних цукрових буряків.

Для підвищення ефективності селекції в системі Інституту цукрових буряків розроблено програму «Бетаінтеркрос» (М.В. Роїк, О.Г. Кулик), за якою з 1993 р. ведеться робота в усіх селекційних установах України, також передбачається участь західних фірм у створенні спільних гібридів на ЧС основі.

Нині селекційні станції під науково-методичним керівництвом Інституту цукрових буряків УААН успішно працюють над створенням сортів і гібридів цукрових буряків, поєднуючи традиційні методи добору з використанням гібридизації, поліплоїдії і цитоплазматичної чоловічої стерильності. Започатковуються роботи з використанням методів біотехнології та генної інженерії. Розпочато селекцію енергоекономічних сортів за формою коренеплоду, подібною до округлої (без борозенки), що може докорінно змінити наші уявлення про екстер'єр цукрових буряків.

Певних успіхів у 30 – 60-ті роки XX ст. на станціях системи ВНІЦ досягнуто в селекції зернових культур. Найбільшу кількість сортів озимої пшениці передали у виробництво Білоцерківська і Верхнячська (Т.Д. Ковтун, Л.П. Максимчук) станції. На Білоцерківській селекційно-дослідній станції Інституту цукрових буряків створено унікальну колекцію сортів (А.А. Горлач), опрацьовано методи селекції на високу продуктивність, зимо- і посухостійкість тощо, що дало змогу вивести унікальні сорти: Лісостепка 74, Лісостепка 75, Білоцерківська 198. Ці сорти сприяли збільшенню врожайності озимої пшениці в зоні районування їх на 3 – 4 ц/га.

Продовжила і розвинула селекційну справу на станції Л.А. Бурденюк-Тарасевич. Застосовуючи методи гібридизації, мутації і добору, їй вдалося вивести низку сортів з високими адаптивними властивостями для умов Лісостепу і Полісся України. Серед них до Державного реєстру сортів рослин України на 2005 р. занесено сорти: Веселка, Білоцерківська напівкарликова, Олеся, Перлина Лісостепу і Елегія.

На Уладово-Люлинецькій дослідній станції створено і передано у виробництво значну кількість сортів гороху (Т.А. Стегайло, М.С. Шульга, А.М. Розвадовський), які в окремі роки займали 26,3 (1952) і 94,8 % (1965) посівної площі в Україні. На сорти проса, виведені на Веселоподолянській дослідній станції (Д.Ф. Дудь-Крятченко, Я.Т. Корченюк), припадало від 61 (1949) до 83,3 % (1964) сортових посівів в Україні.

Значний внесок в організацію селекційно-насінницької роботи зробили дослідні станції, об'єднані в 20-ті роки XX ст. Всеукраїнським товариством насінництва в єдину систему при Наркомземі України. Сюди ввійшли Харківська, Одеська, Катеринославська (Синельниківська), Носівська та інші дослідні станції.

Неможливо переоцінити значення у розвитку теорії і практики вітчизняної селекції створення у 20-ті роки Маслівського селекційного технікуму, який у 1928 р. реорганізований у Маслівський інститут селекції та насінництва (Миронівський район Київської області). Це перший в Україні селекційно-насінницький вищий навчальний заклад. Тут навчали студентів видатні вчені Д.К. Ларіонов, В.В. Колкунов, А.С. Молостов, Л.М. Делоне, І.М. Єремеєв та ін. Із стін цього інституту вийшла плеяда відомих селекціонерів: В.М. Ремесло, Ф.Г. Кириченко, П.Х. Гаркавий, В.І. Дідусь, Т.Д. Ковтун, К.В. Малуша, В.С. Губернатор, А.М. Мироненко, М.С. Шульга, О.Т. Галка, П.К. Шкварников та ін., які стали організаторами селекційної роботи, збагатили теорію і практику селекції, дали народному господарству цінні сорти сільськогосподарських рослин.

До 30-х років XX ст. відбулося організаційне вдосконалення селекційно-насінницької роботи. Зміцнювалася матеріальна база станцій, уточнювався набір культур, з якими проводилася селекція. Дрібні, з незначним обсягом роботи і малим науковим персоналом дослідні станції переростають у великі селекційні установи та селекцентри.

На Харківській дослідній станції (нині Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН) з 1908 р. розпочато селекцію озимої та ярої пшениці, озимого жита, з 1910 р. – ячменю, вівса, кукурудзи, з 1912 р. – соняшнику. Організаторами цієї роботи були селекціонери П.В. Будрін, В.Я. Юр'єв, О.Ф. Гельмер, Б.К. Єнкен та ін. П.В. Будрін був не тільки організатором селекційної роботи, а й першим директором цієї станції. За його посібником «Селекция сельскохозяйственных растений и ее значение по отношению к хлебам» (1909) вчилися майбутні селекціонери. Завдяки внеску в розроблення теорії і практики селекції станція перетворилася на великий селекцентр, відомий далеко за межами України. З ім'ям В.Я. Юр'єва нерозривно пов'язана історія і вся робота селекстанції та інституту, їх практичні і теоретичні досягнення. Всього він вивів 21 сорт семи важливих зернових культур: озимої та ярої пшениці, озимого жита, ярого ячменю, вівса, кукурудзи, проса.

Теорію і практику селекції збагатили своїми працями Л.М. Делоне, В.І. Дідусь, П.В. Кучумов, А.Ф. Шулиндін, В.Г. Вольф, В.С. Голік, В.В. Кириченко, В.Т. Манзюк, Б.П. Гур'єв, М.Р. Козаченко та інші відомі вчені, які в різні роки працювали у цьому всесвітньо відомому селекцентрі.

Перші селекційні посіви на Одеському дослідному полі (нині Селекційно-генетичний інститут УААН) заклав А.О. Сапегін, автор посібника «Основы теории и методы селекции» (1913). З самого початку селекційної роботи тут запроваджувалися методи селекції, що ґрунтувалися на основних положеннях генетики. Використовуючи

вчення В. Іогансена «Про чисті лінії», А.О. Сапєгін з місцевих сортів-популяцій озимої пшениці методом індивідуального добору вивів відомі в 20-х роках XX ст. сорти Земка, Кооператорка тощо.

Із розширенням обсягу роботи і набору культур, з якими проводилася селекція, станція переросла в Селекційно-генетичний інститут — провідний селекцентр, відомий далеко за кордоном. Розроблення теорії і практики селекції в цьому селекційному закладі пов'язане з діяльністю відомих селекціонерів: Ф.Г. Кириченка, О.О. Созінова, П.Х. Гаркавого, Д.О. Долгушина, О.С. Мусійка, С.П. Лифенка, М.А. Литвиненка, А.А. Лінчевського та ін.

Академік Ф.Г. Кириченко (1904 – 1988) зробив вагомий внесок в удосконалення методу віддаленої гібридизації в селекції пшениці. Вперше у світовій практиці він створив сорти озимої твердої пшениці (Мічурінка, Новомічурінка тощо).

Провідним селекціонером країни по ячменю вважали академіка П.Х. Гаркавого (1908 – 1984). У Селекційно-генетичному інституті він розробив методи розв'язання проблеми поєднання у сортів озимого ячменю високих морозостійкості та урожайності. Тепер під керівництвом А.А. Лінчевського успішно продовжується створення сортів ячменю інтенсивного і напівінтенсивного типу з високим потенціалом (до 100 ц/га) урожайності. Селекційно-генетичному інституту в 1999 р. постановою Кабінету Міністрів України надано статус Національного центру насінництва та сортовивчення. За час існування інституту тут створено понад 250 сортів та гібридів сільськогосподарських рослин.

Успішна селекційна робота ґрунтується на теоретичних дослідженнях з вивчення спеціальної генетики найважливіших ознак, насамперед генетичних систем, які контролюють темпи розвитку рослин, з'ясуванні генетичних та фізіолого-біохімічних чинників, що зумовлюють регуляцію та ефективність продукційного процесу. Досліджуються молекулярні маркери корисних господарських ознак.

Значну увагу приділено пошукам шляхів збільшення генетичної мінливості сільськогосподарських рослин, по яких ведеться селекція. Опрацьовуються методи хромосомної інженерії та віддаленої гібридизації, інтрогресії в геном культурних рослин стороннього генетичного матеріалу з генами дефіцитних ознак.

Вивчаються питання, пов'язані з розробленням високоефективних систем насінництва, опрацьовуються різні аспекти насіннєзнавства та стандартизації сільськогосподарських культур.

Сьогодні Селекційно-генетичний інститут виконує функції координаційного центру УААН, розвиває наукові зв'язки з установами США, Франції, Німеччини, Мексики, Нідерландів, Угорщини та ін.

Світову славу завоювали сорти озимої пшениці Миронівської станції (нині Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла

УААН). Тут селекцію озимої м'якої пшениці у 1915 р. розпочали селекціонери В.Є. Желткевич, Л.І. Ковалевський та І.М. Єремеєв. Вони вивели сорт Українка 0246, районований у 1924 р. Цей сорт відзначався високою врожайністю і відмінними хлібопекарськими властивостями. Понад 30 років його висівали у виробництві на великих площах. Тривалий час він був світовим стандартом за хлібопекарськими властивостями і у колишньому СРСР висівався на площі понад 7 млн га.

У повоєнні роки академік В. М. Ремесло (1907 – 1983) разом із співробітниками працював над удосконаленням методів селекції на зимостійкість. Він розробив метод трансформації ярих форм пшениці в озимі, за яким створено високопластичний унікальний сорт Миронівська 808. Цей сорт був районований у 79 областях України і Росії та поширений у країнах Західної Європи. Сорти Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла — Миронівська 808, Іллічівка, Миронівська 25, Миронівська ювілейна, Миронівська 61, Миронівська 27 та ін. — відіграли визначну роль у підвищенні врожайності озимої пшениці.

Основними напрямками роботи колективу Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла УААН (Л.О. Животков, В.В. Шелепов, В.С. Гірко, В.А. Власенко, В.І. Дубовий) нині є: створення нових високопродуктивних сортів зернових колосових культур; селекція на імунітет і дослідження фізіологічних, біохімічних і генетичних основ продуктивності та морозостійкості, підвищення якості зерна; розроблення ресурсозберігаючих та екологічно чистих технологій вирощування нових сортів; первинне та елітне насінництво цих культур.

У результаті проведеної селекційної роботи до Державного реєстру сортів рослин України на 2005 р. внесено 50 сортів селекції інституту, в тому числі: озимої і ярої пшениці — 28, озимого ячменю — 4, ярого ячменю — 6, озимого тритикале — 5, проса — 2, конюшини — 3, суданської трави — 2. До реєстрів рослин країн СНД внесено більше ніж 10 сортів Миронівської селекції.

Успішно пройшли державне сортовипробування і внесені до Державного реєстру сортів рослин України в 2004 – 2005 рр. 8 нових сортів озимої пшениці, створених спільно з селекціонерами Інституту фізіології рослин і генетики НАН України — Ремеслівна, Сніжана, Смуглянка, Веснянка, Володарка, Добірна, Фаворитка та Переяславка, а також ярої м'якої пшениці — Елегія миронівська і ярої твердої — Ізольда, ярого ячменю — Соборний і Персей.

Значні посівні площі в Україні займають сорти пшениці, жита, кукурудзи, проса, льону, люпину, створені в Українському інституті землеробства УААН. Серед них сорти озимої пшениці Копилівчанка, Поліська 90 (І.К. Котко), ярої — Рання 93, озимого жита — Київське 90, Інтенсивне 99.

Велику роль у розвитку теорії і практики селекції кукурудзи, пшениці, ячменю, зернобобових культур, сорго відіграли вчені Всесоюзного науково-дослідного інституту кукурудзи (нині Інститут зернового господарства УААН, Дніпропетровськ) та мережі його селекційно-дослідних станцій (Синельниківська, Ерастівська, Жеребківська, Ізмаїльська. На Синельниківській дослідній станції селекцію кукурудзи ще в 1915 р. заснував В.В. Таланов, з 1924 р. продовжили Б.П. Соколов, Д.С. Філев, О.М. Репін та інші вчені, які створили багатий вихідний матеріал. З 1969 р. інститут є селекцентром по кукурудзі. Гібриди кукурудзи, сорти пшениці, ячменю, бобових культур поширені у виробництві.

Сорти гороху, створені на Луганській сільськогосподарській станції, Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції відомі не тільки в Україні, а й за її межами.

Селекція картоплі в Україні започаткована в 1923 р. на Київській обласній дослідній станції під керівництвом М.К. Малюшицького. В 1929 – 1930 рр. за цю справу взялися Носівська, Немішаївська (з 1968 р. Український НДІ картопляного господарства, а нині Інститут картоплярства УААН), Поліська дослідна станція ім. Засухіна. Наприкінці 30-х років XX ст. та в повоєнні роки перші селекційні сорти (Стаханівська, Червоноспиртова, Рясна) виведено на Немішаївській дослідній станції та Поліській дослідній станції (Роза Полісся, Поліська, Крепиш). Значний внесок у розроблення методів селекції зробили І.В. Карпович, І.М. Бодиско, Р.Д. Шахаєв, О.І. Терещенко, М.Ф. Островський, О.Й. Онищенко, І.Д. Нечипорчук, М.Д. Гончаров, А.А. Осипчук, В.І. Сидорчук, І.І. Тихоненко, В.Г. Влох, І.І. Тимошенко та інші селекціонери.

Нині селекційну роботу з картоплею проводять в Інституті картоплярства УААН, Інституті сільського господарства Полісся УААН, Інституті землеробства і тваринництва західного регіону, Львівському та Сумському аграрних університетах. Використовуючи методи клонового добору, внутрішньовидової та віддаленої гібридизації, методи біотехнології, селекціонери створюють сорти з високим потенціалом продуктивності (урожайністю 450 – 550 ц/га), відносно стійкі до кільцевої гнилі, чорної ніжки, фітофторозу, раку, інших хвороб та до нематоди картоплі (Повінь, Світанок, Київський, Луганська, Слов'янка та ін.).

Концентрація і спеціалізація селекційної роботи, зміцнення матеріально-технічної бази дали можливість поліпшити координацію і кооперацію наукових досліджень, пов'язаних із створенням нових сортів і гібридів сільськогосподарських культур.

В Україні створено селекційні центри: Миронівський — по зернових культурах; Південно-Західний (Селекційно-генетичний інститут) — по зернових і кормових культурах; Київський і Харків-

ський — по кормових культурах; Дніпропетровський — по кукурудзі і кормових культурах; Київський — по цукрових буряках. У плані науково-методичного (а деякі й фінансового) керівництва українські селекцентри до 1992 р. підпорядковувалися ВАСГНІЛ, тепер в Україні цю роль виконує створена в 1991 р. Українська академія аграрних наук.

Нині практична селекція рослин в Україні проводиться в понад 100 наукових установах системи УААН та деяких НАН України і вищих навчальних закладах.

1.4. Розвиток селекції в Росії та інших країнах

Теоретичне розроблення методів селекції рослин у Росії започатковане ще в другій половині XVIII ст. Професор Петербурзької академії наук Й.Г. Кельрейтер уперше досконало вивчив статевий процес у рослин і застосував гібридизацію для виведення сортів. Схрещуючи різні види тютюну, він одержав нові, продуктивніші форми. Розроблений ним метод віддаленої гібридизації, викладений у науковій праці «Учение о поле и гибридизации растений», не дістав на той час широкого визнання і був незаслужено забутий.

Майже через сто років із розвитком капіталізму в Росії, підвищенням товарності сільськогосподарського виробництва і під впливом ідей Ч. Дарвіна зростає інтерес до селекції, з'являються спроби підвести під селекцію біологічний фундамент.

Селекційна робота з сільськогосподарськими культурами на той час мала нерегулярний характер, як і в інших країнах, і здебільшого була пов'язана з випадковими знахідками цінних форм, що утворювалися внаслідок спонтанних мутацій та природної гібридизації. Рідше проводилася свідома селекційна робота, спрямована на поліпшення вирощуваних сортів, наприклад створення у 30-х роках XIX ст. Ф.Х. Майєром сорту вівса Шатилівський, М.М. Муравйовим — сорту жита Муравйовка, С.П. Третьяковим — сорту жита Векшинське. На початку XIX ст. М. Байков та І. Роджер почали селекцію картоплі методом відбору кращих сіянців, вирощених із насіння.

Визначних успіхів у селекції овочевих культур і картоплі добився у другій половині XIX ст. талановитий експериментатор петербурзький городник Ю. А. Грачов (1826 – 1877). Виставляючи свої сорти на виставках у Росії і за кордоном, він одержав 60 медалей, у тому числі 10 золотих. За досягнення у створенні нових сортів овочевих культур і картоплі в 1877 р. його було обрано членом Паризької академії сільського господарства, промисловості й торгівлі. Проте в Росії його праці не дістали широкої підтримки, після смерті він був забутий, а створені ним сорти втрачені.

Важлива роль у становленні селекції в Росії в останній чверті XIX ст. належить селекціонерам М.В. Ритову, А.Л. Семполовському, Г.К. Белявському, О.Ф. Баталіну, Р.Е. Регелю, І.О. Стебуту, Б.М. Плачеку та ін.

Наприкінці XIX ст. в Росії почали організовуватися дослідні поля і станції при сільськогосподарських товариствах і земствах, самостійні (на основі поміщицьких господарств) та державні дослідні установи при навчальних закладах. Більшість із них займалася інтродукцією іноземних сортів, збиранням, вивченням та випробуванням місцевих сортів-популяцій, а деякі — селекцією. Наприкінці XIX — на початку XX ст. селекційна робота в Росії почала набувати планомірного характеру.

У 1896 р. видатний вчений-ґрунтознавець П.А. Костичев заснував Шатилівську сільськогосподарську дослідну станцію, де з 1911 по 1920 рр. селекціонер П.І. Лісіцин розгорнув селекційну роботу з вівсом, конюшиною, житом, озимою пшеницею, гречкою, просом, горохом.

На Фаленській (колишній В'ятській) селекційній станції в 1898 р. розпочав селекційну роботу з житом селекціонер М.В. Рудницький. Виведений ним сорт В'ятка ще в 1924 р. районувався у 20 областях країни. Під керівництвом Д.Л. Рудзінського планомірну роботу, пов'язану із селекцією пшениці, вівса, картоплі, було розпочато на селекційній станції, яку засновано в 1903 р. при Московському сільськогосподарському інституті (Сільськогосподарська академія ім. К.А. Тимирязєва).

У 1903 р. в Самарській губернії засновано Безенчуцьку сільськогосподарську дослідну станцію, а з 1912 р. під керівництвом І.О. Стебута селекційну роботу розпочато на Саратовській селекційній станції.

За період з 1908 по 1916 рр. було відкрито відділи селекції при Краснокутській (1910), Безенчуцькій (1912), Кубанській (1914) та інших дослідних станціях.

Перші ініціатори планомірної наукової селекції були і авторами перших посібників у цій сфері знань: І.О. Стебут — «Сортоводство — селекция сельскохозяйственных растений» (1911), П.І. Лісіцин — «Проект массового улучшения клевера Северной России» (1912) тощо.

Значний внесок у розроблення загальної теорії селекції, а також у практичне використання основних досягнень генетики в селекції овочевих культур належить С.І. Жегалову. Теорію селекції він виклав у підручнику «Введение в селекцию сельскохозяйственных растений» (1930), за яким вчилося багато поколінь вітчизняних селекціонерів.

Ці посібники ознайомлювали селекціонерів-початківців з новими досягненнями генетики й селекції, з методами поліпшення і створення нових сортів. Для свого часу це були цінні видання.

Успіхи окремих селекціонерів не могли істотно вплинути на підвищення продуктивності сільського господарства в дореволюційний період як у Росії, так і в Україні. Через неграмотність більшості селян дрібні господарства були переважно бідняцькими, в них не могли успішно використовуватися досягнення селекції.

Поштовхом для широкого розвитку селекційно-насінницької роботи в Росії, створення планомірної єдиної централізованої системи селекційної роботи був Декрет Уряду колишнього СРСР «Про насінництво» (1921). Поліпшення селекційно-насінницької роботи в країні оголошувалося одним з найважливіших засобів зміцнення і розвитку сільського господарства. Дослідним станціям, які існували на той час, доручалося негайно приступити до розширення і швидкої організації державних розсадників маточного насіння, розвивати селекцію і насінництво відповідно до місцевих умов.

У подальших постановах уряду щодо селекції і насінництва передбачалися організаційні форми ведення селекційно-насінницької роботи, пов'язаної із створенням нових сортів і впровадженням їх у виробництво.

Згідно з Постановою Уряду колишнього СРСР «Про селекцію і насінництво» від 2 серпня 1931 р. в основних природно-кліматичних зонах країни було організовано десять великих селекційних центрів, які здійснювали наукове керівництво всіма селекційними станціями зони із селекції сортів усіх сільськогосподарських культур.

У 1930 р. Всесоюзний інститут прикладної ботаніки і нових культур реорганізовано у Всесоюзний науково-дослідний інститут рослинництва, а нині Всеросійський інститут рослинництва (ВІР), де проводилися дослідження з теорії і методики селекції.

У результаті постійних удосконалень організації селекційної роботи в колишньому СРСР за цей період було досягнуто певних успіхів у селекції і насінництві. Сільське господарство планомірно забезпечувалося сортами всіх сільськогосподарських культур власної селекції.

Організований у 1929 р. на основі Саратовської дослідної станції Науково-дослідний інститут сільського господарства Південного Сходу згодом не тільки став однією з кращих селекційних установ, а й перетворився на селекцентр цієї зони.

Важко переоцінити значення досягнень у теорії і практиці селекції ярої пшениці саратовської школи селекціонерів: М.І. Вавилова, Г.К. Мейстера, О.П. Шехурдіна, В.М. Мамонтової та ін. У країні вирощувалося 18 сортів ярої пшениці саратовської селекції, які займали понад 25 млн га посівної площі щороку. Найпоширеніші такі

високоврожайні сорти, як Скловидна 1, Блансер, Саратовська 29, Саратовська 36, Альбідум 43, Саратовська 39, Саратовська 42.

Одним із провідних селекціонерів Росії був П.П. Лук'яненко (1901 – 1973). Він зробив великий внесок у розроблення теоретичних основ і методів селекції пшениці та інших зернових культур. Своїми дослідженнями вчений творчо розвинув принципи схрещування віддалених екологічно-географічних форм і вдосконалив методику селекційної роботи. П.П. Лук'яненко багато зробив для удосконалення методики селекції на стійкість до іржі, методики добору елітних рослин у гібридних популяціях.

Разом із співробітниками Краснодарської селекційної станції, реорганізованої в 1956 р. в Краснодарський науково-дослідний інститут сільського господарства, П.П. Лук'яненко вивів і передав для державного сортовипробування 46 сортів пшениці, з яких 17 було районовано. Шедевр світової селекції — Безоста 1 був районований у 48 областях колишнього СРСР. Цей сорт займав 5 млн га посівних площ у Болгарії, Румунії, Угорщині, колишній Чехословаччині, колишній Югославії, Туреччині, Ірані та в інших країнах.

Виняткових успіхів у селекції соняшнику досяг академік В.С. Пустовойт (1886 – 1972) у колишньому Всесоюзному науково-дослідному інституті олійних культур. Історія світової селекції не знає подібного прикладу докорінної переробки природи рослин. Він розробив методи і створив сорти соняшнику, стійкі до соняшникового вовчка (Orobanche cumana) і молі (Homoeosoma nebullila). В.С. Пустовойт розробив методи селекції і насінництва соняшнику, використання яких зумовило створення сортів з умістом олії в насінні до 53 і навіть до 60 %. Створені ним сорти були поширені не тільки в колишньому СРСР, а й за кордоном — в Румунії, Болгарії, Франції, Канаді та ін.

Великий внесок у розвиток генетики і теоретичних основ селекції кукурудзи на гетерозис зробили академіки Г.С. Галєєв і М.І. Хаджинов. Останній відкрив явище цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС) і використав його для вдосконалення насінництва гетерозисних гібридів кукурудзи. Вперше в Росії він створив високолізиновий гібрид кукурудзи.

Г.С. Галєєв першим розпочав роботу, пов'язану із створенням подвійних міжлінійних гібридів кукурудзи з використанням явища ЦЧС. Він є автором багатьох високопродуктивних гібридів кукурудзи.

Розвитку теорії і практики селекції цукрових буряків сприяв академік А.Л. Мазлумов (1896 – 1972). Під його керівництвом і за його безпосередньої участі відділом селекції цукрових буряків Всеросійського НДІЦБ створено понад 60 сортів, на які в окремі роки припадало 60 % посівних площ цієї культури в країні.

Світову славу селекції принесли фундаментальні праці з віддаленої міжродової гібридизації, виконані під керівництвом академіка М.В. Цицина (1898 – 1980). Він уперше в світовій практиці створив пшенично-пирійні, пшенично-елімусні, житньо-пирійні та інші гібриди. Під керівництвом М.В. Цицина виведено високопродуктивний сорт ярої пшениці Грекум 114, тетраплоїдне озиме жито Старт та ін.

Визначним селекціонером був П.Н. Константинов (1877 – 1959). Ним особисто, а також за його участю створено сорти ярої м'якої (Еритроспермум 841) та твердої (Гордеїформе 189, Мелянопус 69) пшениці, ярого ячменю, люцерни, льону, могару, чумизи, житняку. Тільки три сорти ярої пшениці його селекції в 1963 р. займали площу близько 7 млн га в 65 областях колишнього СРСР.

Інтенсифікація сільського господарства зумовила значне зростання ролі сорту. Для поліпшення селекційної роботи і концентрації зусиль учених на виведенні нових високопродуктивних сортів у 1968 р. було ухвалено Постанову Уряду «Про заходи по дальшому поліпшенню науково-дослідних робіт в галузі сільського господарства». Згідно з цією постановою на основі провідних науково-дослідних інститутів з сільського господарства було створено 28 селекційних центрів.

Пізніше було створено ще кілька центрів: селекції льону, зернобобових, овочевих культур, картоплі.

Організовані в той час селекційні центри з мережею науково-дослідних інститутів, селекційних станцій, підпорядкованих кожному з центрів, охоплювали всі ґрунтово-кліматичні зони країни. Науково-методичне керівництво селекцентрами до 1992 р. здійснювала ВАСГНІЛ.

Значення праць І.В. Мічуріна та М.І. Вавилова для розвитку теорії і практики селекції. І.В. Мічурін (1855 – 1935) був видатним селекціонером. Користуючись створеною ним оригінальною системою селекційних методів, які зумовлені глибоким і всебічним вивченням рослинного організму, він вивів велику кількість сортів плодових, ягідних та овочевих культур. У 1875 р. І.В. Мічурін розпочав селекційну роботу, першим у Росії застосував віддалену гібридизацію, завдяки чому досяг значних практичних результатів.

Найцінніші властивості, зокрема імунітет до хвороб, холодостійкість, висока якість плодів, притаманні різним видам. У працях І.В. Мічуріна було показано, що віддаленою гібридизацією можна поєднати в одному сорті властивості різних видів. Важливе значення для селекції мають розроблені ним методи гібридизації географічно віддалених форм, акліматизації через гібридизацію, подолання несхрещуваності різних видів і безпліддя одержаних міжвидових гібридів.

Роль М.І. Вавилова (1887 – 1943) в розвитку селекції не можна переоцінити, особливо в розробленні наукової селекції і запровадженні планової державної селекційної роботи. Теорія і стратегія М.І. Вавилова — створення національних програм селекції, як зазначав на XIV Міжнародному генетичному конгресі американський учений Дж. Харлам, поступово перетворюється на міжнародну глобальну стратегію.

М.І. Вавилов наполегливо доводив, що практична селекційна робота потребує створення сильної селекційної теорії. Талант та інтуїція селекціонера мають вирішальне значення для успіху селекції, але без глибокого теоретичного осмислення селекційних програм, активного використання досягнень сучасної генетики, біології та інших природничих наук не можна розраховувати на створення сортів, адаптованих до умов сучасного сільськогосподарського виробництва. Сформульовані ним у 1934 р. положення не втратили свого значення і нині.

Як селекціонер і генетик М.І. Вавилов розумів, що першочерговим завданням сільськогосподарської науки є підвищення рівня селекційно-насінницької роботи. Здійснити це можна лише за умови мобілізації світових рослинних ресурсів із використанням досягнень світової і вітчизняної науки, в тому числі й віддаленої гібридизації.

Важливе значення для розвитку наукової і практичної селекції мають сформульований М.І. Вавиловим закон гомологічних рядів у спадковій мінливості і його вчення про центри походження культурних рослин, про вихідний матеріал.

Своїми дослідженнями і теоретичними узагальненнями М.І. Вавилов заклав основи сучасної імунології, що відіграло вирішальну роль у розвитку методів створення імунних сортів.

Еволюційний підхід до осмислення біологічного значення різних способів запилення рослин дав можливість М.І. Вавилову правильно оцінити роль інцухту й гетерозису та передбачити виникнення нового напряму в селекції і насінництві перехреснозапильних культур на гетерозис.

М.І. Вавилову належить величезна роль у боротьбі за розвиток у Росії генетики, селекції, наукової організації насінництва. За його ініціативою в країні було створено мережу селекційних закладів, більшість з яких продовжує успішно функціонувати. Він був організатором Всесоюзного інституту рослинництва й Інституту генетики АН СРСР, які нині носять його ім'я, а також Всесоюзної академії сільськогосподарських наук.

Стан селекційної роботи за кордоном. Система селекції і насінництва в агропромисловому комплексі у провідних західних країнах за організаційною структурою подібна до прийнятої в Україні. В

таких країнах, як США, Франція, Велика Британія, ФРН, селекційну роботу ведуть державні заклади, міжнародні інститути, приватні насінницькі фірми. Часто селекційні станції, які фінансує держава, мають спільні програми з приватними фірмами.

Джерела фінансування селекційних досліджень різні. Міжнародні інститути значну частину фінансів отримують у вигляді субсидій з приватних фондів і різних державних організацій. Державні заклади функціонують переважно за рахунок бюджетних асигнувань. Приватні насінницькі фірми фінансують свої селекційні дослідження за кошти, одержані від реалізації сортового насіння.

Сполученим Штатам Америки належить одне з перших місць у світі з виробництва зерна. Характерною особливістю сільськогосподарського виробництва за останні два десятиріччя тут є систематичне скорочення посівних площ основних культур, а валові збори продукції залишаються незмінними або навіть зростають завдяки впровадженню нових високопродуктивних сортів і гібридів. Успіхи в селекції зернових (пшениці, ячменю, вівса, кукурудзи, сорго, рису), зернобобових (гороху, квасолі, сої), кормових, олійних культур та картоплі зумовлені використанням селекціонерами США вихідного матеріалу з усіх континентів світу. З великого інтродукованого матеріалу, який представлений сортами, культурними, дикими і примітивними видами, підбирають цінні форми для гібридизації. Особливу увагу приділяють підбору донорів стійкості до хвороб і шкідників.

Численні генетичні дослідження, особливо з генетики окремих культур, гібридизація із залученням нового вихідного матеріалу сприяли створенню високоврожайних сортів з високими технологічними властивостями.

У штаті Монтана значні площі відведено короткостебловому сорту озимої пшениці Паха (T. compactum), виведеному в результаті гібридизації (Сувон 92 × Омар). Сорт стійкий до вилягання, обсипання зерна, жовтої іржі і має високі борошномельні властивості.

Значним успіхом американських селекціонерів було створення озимих посухостійких сортів Бізон, Пронто, Скаут. За останні роки селекціонери США досягли певних успіхів у створенні інтенсивних сортів озимої пшениці для вирощування в різних регіонах країни. Наприклад, на дослідній станції штату Південна Дакота створено високопродуктивний сорт Рита, в родоводі якого брало участь понад 10 сортів, а в штаті Канзас — Джогер, Карл 92 та ін.

Успішно проводиться селекційна робота на дослідних станціях Каліфорнійського університету, в університеті Пардью разом із відділом сільськогосподарських досліджень міністерства сільського господарства США.

Високі вимоги ставляться до якості зерна. Найкращий сорт за певними показниками не буде занесено до Реєстру, якщо його хлібопекарські властивості невисокі.

Значних успіхів досягнуто в селекції кукурудзи. Велику кількість інцухт-ліній, створених тут, використовують селекціонери інших країн для виведення гетерозисних гібридів кукурудзи.

Останнім часом у США, Канаді та інших країнах особливу увагу приділяють виведенню сортів, стійких до хвороб. Так, у Канаді фунгіциди на посівах пшениці практично не використовуються завдяки впровадженню у виробництво стійких до різних видів іржі і сажки сортів (НУ-32, Колумбус, Беніто тощо).

У світовому зерновому господарстві значні зміни відбулися в 60-ті роки XX ст. у результаті створення і впровадження у виробництво нових високопродуктивних сортів і гібридів пшениці, рису, ячменю, гороху, кукурудзи і сорго.

Нині США вийшли в лідери з використання в селекції досягнень молекулярної біології, методів біотехнології, ДНК-технології, генної інженерії для створення генетично модифікованих сортів рослин.

Значно збільшилося виробництво зерна пшениці у країнах Латинської Америки, Африки, Азії, які в недалекому минулому мали відстале сільське господарство. Серед цих країн особливо виділяється Мексика. Культура пшениці в цій країні була досить примітивною. Урожайність її становила близько 9 ц/га. В 1940 – 1943 рр. середній збір зерна не перевищував 3 млн ц за потреб 6 млн ц.

У 1944 р. у Мексику із США приїхав маловідомий селекціонер-фітопатолог Н.Е. Борлоуг для виконання програми в межах співробітництва міністерства сільського господарства Мексики і Фонду Рокфеллера. Програмою передбачалася селекція сортів пшениці, стійких до стеблової іржі, яка періодично завдавала катастрофічних збитків. Н.Е. Борлоуг зібрав 5 тис. зразків пшениці з Мексики, а також використав у роботі матеріал із світової колекції США, що становив 26 тис. зразків. Жодна селекційна програма по жодній культурі не використовувала таку кількість матеріалу світової колекції. Н.Е. Борлоуг із співробітниками провів понад 40 тис. схрещувань. Матеріал, який селектувався, вивчався за різних екологічних умов. Добір на імунітет проводився на природних і штучно заражених фонах. У результаті цього в 1961 р. було одержано сорти Пітік 62, Пенжамо 62, Сонора, що характеризувалися жаро- та посухостійкістю. В 1965 р. 95 % посівів пшениці в Мексиці припадало на сорти, створені Н.Е. Борлоугом. Валовий збір зерна зріс до 22 млн ц. Країна забезпечила себе зерном пшениці і почала експортувати його.

Мексиканські сорти почали поширюватись у країнах Латинської Америки (Колумбії, Еквадорі, Чилі), Азії та Африки.

Основою у роботі Н. Борлауга було перенесення генів карликовості від японського сорту Норін 10 мексиканським сортам.

У результаті проведених десятків тисяч простих і складних східчастих схрещувань, бекросів, відборів на стійкість до хвороб та несприятливих екологічних чинників було створено різні сорти коротокостеблових пшениць, відомих у багатьох країнах.

За досягнення у створенні нових сортів, що зробили «зелену революцію», в 1970 р. Н.Е. Борлоуг був удостоєний звання лауреата Нобелівської премії миру. У 1965 р. невеликий інститут перетворюється на Національний інститут аграрних досліджень і Міжнародний центр поліпшення кукурудзи і пшениці (CIMMYT), який фінансується кількома міжнародними організаціями, зокрема Міжнародним банком розвитку ООН (через програму допомоги розвитку), а також деякими країнами (США, Канада, ФРН) і Фондами Рокфеллера і Форда — через свої сільськогосподарські програми.

CIMMYT співробітничає з науковими закладами багатьох країн, у тому числі й України. Тут проходять стажування вчені з країн Азії, Африки та Латинської Америки. Останнім часом CIMMYT впроваджує свої сорти і гібриди майже в 70 країнах.

Значних успіхів у створенні високоврожайних сортів рису досягнуто в Міжнародному інституті рису (IRIRI) на Філіппінах. У 1983 р. тут на основі відновлювачів фертильності створено коротокостеблові сорти рису інтенсивного типу IR-24, IR-26 та ін. Сорт IR-36 займав площу понад 10 млн га.

За останні роки у Великій Британії створено сорти пшениці з потенціалом урожайності 100 – 140 ц/га. Ці сорти стійкі до підвищеного рівня азотного живлення, високої щільності стеблостою і практично не потребують використання ретардантів.

Успішно проводиться селекція сільськогосподарських культур у Швеції на Свальофській селекційній станції та в Інституті селекції у Вейбулсхолмі. Ці два заклади мають давню історію і заслужений авторитет. Їхні вчені зробили значний внесок у розроблення таких методів наукової селекції, як індивідуальний добір, гібридизація, мутагенез, поліплоїдія, гетерозис, імунна селекція, генетика окремих культур. Використовуючи для гібридизації сорти зарубіжної селекції і високозимостійкі місцеві сорти останнім часом шведські селекціонери створили стійкі до вилягання, борошнистої роси і септоріозу інтенсивні сорти озимої пшениці з потенціальною урожайністю до 100 ц/га. Високоврожайні сорти ячменю шведської селекції висіваються не тільки в Скандинавських країнах, а й в Україні.

Використання для гібридизації сортів Миронівська 808, Безоста 4, Безоста 1, Кавказ, Аврора, Одеська 16 тощо, своїх селекційних і місцевих та сортів з інших країн дало можливість селекціонерам Угорщини, Болгарії і Румунії створити інтенсивні сорти озимої пшениці.

Короткостеблові високопродуктивні сорти озимого жита виведені в Швеції (Кунго II), Нідерландах (Домінант), ФРН (Путрус, Тамо).

Досягнення польських селекціонерів у створенні нових високопродуктивних сортів тритикале мають широке визнання. Сорти тритикале польської селекції Болеро, Ларго, Салво вирощували майже в усіх країнах Західної Європи.

У країнах Західної Європи значну увагу приділяють селекції гороху, щоб розв'язати проблеми збільшення білка у кормовиробництві. Тепер прийнято три основних напрями селекції кормового гороху: перший — висока врожайність і якість насіння, особливо високий вміст білка і добрий амінокислотний склад; другий — придатність його для вирощування за інтенсивними технологіями; третій — підвищення адаптації сортів до дії несприятливих ґрунтово-кліматичних умов. Для створення таких сортів широко використовують гібридизацію різних форм і мутагенез. Особливо великі надії селекціонери покладають на форми із зміненою будовою листя і стебла, наприклад безлисті форми (afita) або форми зі зменшеними і видовженими прямостоячими листковими пластинками і прилистками. Перші сорти такого типу (Солара, Фінал) створено в Нідерландах.

Значно поширені високоврожайні сорти гороху Богатир чеський, Смарагд (колишня Чехословаччина).

У Франції виведено зимуючі сорти гороху Фріма, Фрізон. Це високоврожайні сорти, але з низькою зимостійкістю. Зимуючі сорти гороху виведено також в Угорщині і Болгарії.

Слід зазначити, що в селекційних закладах деяких країн при створенні вихідного матеріалу методом гібридизації, як правило, проводять по кілька тисяч комбінацій схрещування. Розширюються роботи, пов'язані з використанням спонтанних та індукованих транслокацій з індукованим мутагенезом. Інтенсивно розвиваються роботи з генної інженерії, клітинної селекції та інших напрямів.

Для прискорення селекційного процесу наукові установи розвинених країн кооперуються між собою і засновують міжнародні науково-дослідні установи, що працюють за спільними програмами. Враховуючи ґрунтово-кліматичні умови, а також вартість робочої сили, найбільші міжнародні центри створювалися не лише у високорозвинених країнах, а й в деяких країнах Азії, Африки і Латинської Америки. Нині найвідоміші такі науково-дослідні міжнародні центри: Міжнародний НДІ продовольчої політики (США); Міжнародна служба національних сільськогосподарських досліджень (Нідерланди); Міжнародне управління генетичних рослинних ресурсів (Італія); Міжнародний НДІ рису (Філіппіни); Міжнародний центр селекції кукурудзи і пшениці (Мексика); Міжнародний інститут

тропічного сільського господарства (Нігерія); Міжнародний центр картоплі (Перу); Міжнародний НДІ рослинництва в умовах напівсухих тропіків (Індія); Азійський центр вивчення і вдосконалення овочевих культур (Тайвань).

1.5. Основні напрями селекції польових культур

Завдання і напрями селекції рослин зумовлюються різноманітністю ґрунтово-кліматичних умов України, а також зростаючими вимогами сільськогосподарського виробництва до сортів. Тому селекціонер повинен не тільки добре розуміти вимоги до сорту в певний момент, а й уміти передбачати зміни на десятки років наперед, оскільки створений ним генотип призначається для майбутнього виробництва. Крім того, селекційні програми визначають напрями використання конкретної культури.

Основними напрямами в селекції є підвищення врожайності та якості продукції, стійкості до хвороб, шкідників та несприятливих умов зовнішнього середовища (посухостійкість, зимостійкість, стійкість до вилягання), створення сортів, придатних для вирощування за інтенсивними технологіями з повною механізацією всіх процесів.

Розглянемо детальніше кожний із зазначених напрямів окремо стосовно основних культур або груп близьких культур.

Селекція на продуктивність є одним із найскладніших завдань, що пов'язано з комплексністю цього показника. Продуктивність зумовлюється складним комплексом біологічних, морфологічних та інших властивостей і ознак, до яких належать елементи структури врожаю, стійкість до хвороб та шкідників, посухи і низьких температур, вилягання тощо. Кожна з перелічених ознак сама по собі є дуже складною і потребує специфічних методів селекції.

Продуктивність сортів сільськогосподарських культур прийнято поділяти на складові компоненти. Для зернових культур головними з них є: продуктивна кущистість, довжина колоса (волоті), кількість колосків у колосі (волоті), зерен у суцвітті, маса 1000 зерен, маса зерна з одного суцвіття і маса зерна з усієї рослини.

П.П. Лук'яненко виявив у озимої пшениці високий позитивний зв'язок (r = 0,70...0,72) між масою зерна з одного колоса і врожаєм з одиниці площі. Це явище він використав при створенні високоврожайних сортів.

Складну генетичну природу продуктивності з'ясували ще в 30-ті роки XX ст. Ю.О. Філіпченко, М.І. Вавилов та ін. Наприклад, довжина колоса у м'якої пшениці зумовлюється дією генів компактності C і спельтоїдності S, генів-подовжувачів L_1, L_2, L_3, генів-модифі-

каторів — M_m, M_f, а також кількох генів *p* і *e* із слабковиявленим фенотиповим ефектом.

Кількісні ознаки продуктивності контролюють полімерні гени, а ступінь експресії генів та розвитку кількісних ознак значною мірою залежить від умов зовнішнього середовища.

На рівень урожайності сорту впливають гени та їх локуси, які контролюють розміри фотосинтетичного апарата рослин, активність його роботи, поглинальну властивість коренів, стійкість сортів і гібридів до стресових чинників середовища. Успадкування урожайності має складний характер.

У різних ґрунтово-кліматичних зонах неоднакові рівні інтенсифікації землеробства, расовий і видовий склад хвороб, типи посух, тривалість безморозного періоду, терміни та інтенсивність дії негативних зовнішніх чинників тощо. Все це вносить свої особливості і відображення в специфіку зональних проблем селекції на продуктивність і шляхи їх розв'язання.

У селекції на продуктивність слід виокремити два важливих напрями: селекцію на подальше підвищення рівня урожайності і селекцію на збереження стабільно високої продуктивності вже занесених до Реєстру сортів. Важливість першого напряму цілком зрозуміла, він є основою роботи всіх селекційних програм.

Другий напрям передбачає продовження довговічності у виробництві особливо цінних високоурожайних сортів. Що більше рівень урожайності наближається до рубежу 80 ц/га у ячменю, вівса, 100 ц/га в озимої пшениці й кукурудзи, то важче і з більшими затратами праці й часу можна добитися її істотного підвищення. Тому робота, пов'язана зі збереженням стабільності врожайності і підвищенням якості продукції у високопродуктивних занесених до Державного реєстру сортів, матиме важливе значення у майбутньому.

Щорічно вивчаючи в конкурсному сортовипробуванні сорти озимої пшениці, створені у Миронівському інституті пшениці і районовані в різні роки, вдалося проаналізувати роль селекції в підвищенні продуктивності сорту в умовах Лісостепу України, а також установити, за рахунок яких елементів структури відбулося зростання врожаю.

Сорти, створені в інституті, умовно розділили на довоєнні (Українка 0246), 1960 – 1970-х (Миронівська 808, Іллічівка) і 1990-х років (Миронівська 28, Миронівська 61, Миронівська 33). Врожайність сорту озимої пшениці Миронівська 33 у середньому за 5 років (1991 – 1995) становила 74,7 ц/га, що на 38 ц вище від сорту Українка 0246, районованого в 1929 р. (табл. 1.1). За рахунок зміни анатомо-морфологічних властивостей рослин вдалося підняти врожайність сортів за останні роки. При цьому в 1960 – 1970-х роках приріст урожайності нових сортів порівняно з попередніми був значно вищий

(8,2 – 10,7 ц/га), ніж на останніх етапах селекції (6,2 – 4,4 ц/га). Звідси можна зробити висновок, що з поліпшенням архітектоніки рослини, наданням сорту комплексу позитивних ознак і властивостей стає сутужніше одержувати приріст продукції.

Перш за все слід зазначити, що сорти, створені в довоєнні й у 60 – 70-ті роки XX ст., характеризуються екстенсивним типом розвитку: вони більш високорослі (120 – 135 см), менш стійкі до вилягання, уражуються хворобами, але при цьому мають високу зимостійкість і відмінні хлібопекарські властивості зерна. Сорти, районовані в 1990-ті роки, мають інтенсивний тип розвитку: у них відбулося поступове зниження висоти рослин (на 20 – 30 см), зросла стійкість до вилягання й ураження хворобами, зросла реакція до умов вирощування і водночас знизилася зимостійкість і погіршилися хлібопекарські властивості зерна.

Таблиця 1.1. **Урожайність сортів озимої пшениці в конкурсному сортовипробуванні за 1991 – 1995 рр.** (за В.А. Власенком)

Сорт	Рік районування	Середня врожайність, ц/га	Прибавки до сорту Українка 0246		Прибавки до попереднього сорту	
			ц/га	%	ц/га	%
Українка 0246	1929	36,7	—	—	—	—
Миронівська 88	1963	44,9	8,2	22,3	8,2	22,3
Іллічівка	1974	53,4	16,7	45,5	8,5	18,9
Миронівська 61	1989	64,1	27,4	74,6	10,7	20,0
Миронівська 28	1994	70,3	33,6	91,5	6,2	9,7
Миронівська 33	1998	74,7	38,0	103,5	4,4	6,2

При цьому приріст урожаю у сортів 90-х років XX ст. районування порівняно з сортами 60 – 70-х років і довоєнного періоду відбувся за рахунок збільшення кількості продуктивних стебел (32,8 – 35,9 %), підвищення маси зерна з колоса (21,4 – 34 %), збільшення кількості зерен у колосі (на 20,5 – 21,3 %) і маси однієї зернівки (на 9,4 – 21,3 %). Підвищення цих показників сприяло зростанню маси зерна з 1 $м^2$ і зменшенню співвідношення зерна і соломи.

Результати селекційної роботи й інтенсивні технології визначили високий рівень урожайності сільськогосподарських культур порівняно з потенціалом продуктивності сучасних сортів і гібридів сільськогосподарських рослин, різкі зрушення в селекції на врожайність у найближчі 15 – 20 років малоймовірні. Середня врожайність поступово зростатиме за рахунок удосконалення сортової технології (за реалізації генетично детермінованого потенціалу врожайності), використання досягнень біотехнології і традиційної селекції.

Селекція на якість продукції має не менш важливе значення і тісно пов'язана з селекцією на продуктивність.

Поняття якості врожаю сільськогосподарських культур досить широке і визначається напрямом використання продукції. Для продовольчого зерна важливим показником є хлібопекарські властивості. У пшениці вони характеризуються багатьма показниками: вмістом білка в зерні, клейковини в борошні, силою борошна, об'ємним виходом хліба та ін. Ці властивості зумовлюються здебільшого не загальним вмістом білка в зерні, а його якістю, яка залежить від структури макромолекул.

Для ведення цілеспрямованої селекції на технологічні властивості зерна треба знати закономірності успадкування якісних показників. Доведено, що високий вміст білка і лізину в зерні зумовлений геномом A^b, а з геномом D пов'язані хлібопекарські властивості (зниження вмісту білка і лізину в ньому). Існує зворотна залежність між кількісним вмістом білка в зерні і врожайністю. При підвищенні врожайності знижується білковість зерна.

Установлено, що зі збільшенням вмісту білка нелінійно знижується вміст лізину в ньому. Одночасне поліпшення трьох показників — продуктивності, вмісту білка і лізину в білку — є складною селекційною проблемою.

Щоб підвищити ефективність добору кращих за вмістом білка генотипів, селекціонер змушений багаторазово оцінювати селекційний матеріал і щороку вивчати десятки тисяч сортозразків.

Успіх селекції залежить від надійної інформації генетичних особливостей батьківських форм при гібридизації. Таку інформацію селекціонер може одержати за допомогою поділу і електрофорезу білка.

Аргентинські, українські, російські та американські генетики встановили, що електрофоретичний спектр гліадинів визначається тільки спадковими особливостями генотипу і не змінюється під впливом умов життя.

Дослідженнями, проведеними у Селекційно-генетичному інституті УААН та Інституті загальної генетики ім. М.І. Вавилова, встановлено, що гліадини, синтез яких контролюється однією хромосомою, успадковуються блоками, тобто зчеплено. Це явище може використовуватися як генетичний маркер. Знаючи, на яких хромосомах знаходяться кластери гліадинкодуючих генів у різних сортів, можна розшифрувати генотип гібрида. Оскільки при схрещуванні в потомстві відбувається просте перекомбінування блоків гліадинкодувальних генів батьківських форм, виникнення нових блоків — дуже рідкісне явище.

Відкриття нових алелів Gld1A10, Gld 1B15, Gld 1B5 (Ф.О. Попереля) дало змогу розгорнути нову програму селекції «надсильних

пшениць» (М.А. Литвиненко) у Селекційно-генетичному інституті УААН і вже створені перші сорти Панна й Лелека.

Використання у схрещуванні генотипів, які забезпечують принципово новий, вищий рівень усіх параметрів якості зерна, відкриває можливість створення сортів, які у виробничих умовах стабільно зберігають властивості сильного зерна.

Якісні відмінності між сортами сформувалися під час еволюції видів і під впливом штучного добору в процесі селекції. Селекція на урожайність та інші цінні ознаки, особливо у зернових культур, супроводжувалася погіршенням якості. Наприклад, сучасні сорти пшениці за вмістом білка і клейковини поступаються перед старими сортами — Українкою, Кооператоркою тощо.

Через труднощі подолання генетичної кореляції між продуктивністю і показниками якості (білковість) перспективним може бути напрям селекції на створення високобілкових ліній з наступним одержанням високопродуктивних гетерозисних гібридів.

Проблему якості в селекції розв'язують за допомогою внутрішньовидової, віддаленої гібридизації, мутагенезу, поліплоїдії та інших методів. Проте селекція не обмежується тільки виведенням сортів з підвищеним вмістом тієї чи іншої речовини. Селекцію зернових культур ведуть на підвищення вмісту білка і на його якісний склад. Виведення високобілкових сортів з підвищеним вмістом незамінних амінокислот, особливо лізину, є одним із важливих напрямів селекції.

Селекцію зернових бобових культур ведуть на створення сортів з високим вмістом білка і збалансованим складом амінокислот.

Зростаючий попит на рослинну олію посилює вимоги до селекції олійних культур, з яких в Україні найбільше промислове значення мають соняшник, соя, рицина, льон олійний, ріпак тощо. Виробництву потрібні сорти не тільки з високим вмістом олії в насінні, а й з високими її смаковими властивостей. Селекцію ведуть на збільшення вмісту жиру і його жирнокислотний склад, наприклад у соняшнику — на підвищений вміст олеїнової, а в капустяних — на відсутність ерукової кислоти в жирі.

Використання індукованого мутагенезу в селекції соняшнику дало можливість створити сорти, в насінні яких синтезується олія, за жирнокислотним складом подібна до оливкової.

Отримані лінії трансгенних рослин ріпаку здатні накопичувати до 40 % стеаринової, 60 % — лауринової і 80 % — олеїнової кислот, тоді як не трансгенні рослини містять лише 1 – 2 % стеаринової і до 0,1 % лауринової кислот. Наприклад, стеаринову кислоту використовують для виробництва маргарину, лауринову — мила. Американська фірма Monsanto випустила на ринок трансгенний ріпак, який накопичує в насінні переважно лауринову кислоту.

У селекції цукрових буряків головним напрямом є підвищення цукристості, зниження вмісту зольних елементів і азоту, поліпшення технологічних властивостей сортів.

У світовому картоплярстві намітилися тенденції до збільшення використання картоплепродуктів, виготовлених за промислової переробки. Їх поділяють на сушені, заморожені, обсмажені, консервовані.

Для виготовлення картоплепродуктів потрібні бульби з певними якісними характеристиками, що, в свою чергу, потребує започаткування нового напряму в селекції цієї культури.

Вимоги до бульб, що використовуються на виготовлення картоплепродуктів, такі: вміст сухої речовини для сушених продуктів — 24,6 % і більше, для чіпсів — 20,6 – 24,5; крохмалю — 21,8 – 24,8; амілази — 17,2 – 22, золи — 3,5 – 3,9; редукуючих цукрів — на чіпси — 0,25 та на сушені продукти — 0,6; білка — не менш як 2, вітаміну С — не менш як 17 %. Велике значення має співвідношення між речовинами, їх збереження в процесі зберігання до переробки.

Важливим показником придатності бульб до переробки є потемніння м'якоті до і після виготовлення продукту. Для переробки придатні сорти зі зниженою здатністю до потемніння (не нижче за 6,6 балів за дев'ятибальною шкалою).

В Україні основні площі посіву прядивних культур відведено під льон і коноплі. Якість волокна (міцність, довжина, еластичність, товщина тощо) зумовлюється комплексом умов вирощування і генотипом сорту. Вміст волокна в стеблах льону має проміжний тип успадкування. При гібридизації спостерігається явище трансгресії, коли гібриди за вмістом волокна перевищують батьківські форми. Поєднати високий вміст волокна з його властивостями — складне селекційне завдання. Тому селекціонери ведуть пошуки ефективних методів створення вихідного матеріалу.

Якість урожаю кормових культур оцінюється за високим вмістом білка, незамінних амінокислот і каротину, за високою перетравністю корму, вмістом вітамінів. Важливою проблемою для селекції є зниження вмісту токсичних речовин: глікозидів і синильної кислоти в конюшині; сапоніну в люцерні, алкалоїдів у люпині, глюкозинолатів і ерукової кислоти в ріпаку тощо.

Перед генетикою і селекцією стоїть завдання подальшого поглиблення теорії селекції на якість продукції. Вивчення генетики кількісних ознак, виявлення генетичних маркерів, окремих генів, що контролюють показники якості, підвищить ефективність селекційної роботи на якість продукції.

Селекція на стійкість до хвороб і шкідників сільськогосподарських культур — одна із найголовніших проблем сучасності.

Інтенсифікація рослинництва сприяє загостренню фітопатологічних і ентомологічних проблем, зумовлених шкідливою дією па-

тогенної флори й ентомофауни. В усіх країнах спостерігається повільна або раптова втрата сортами стійкості й значне поширення епіфітотій унаслідок розмноження вірулентних паразитів.

Сільськогосподарські культури уражуються багатьма хворобами та шкідниками. Наприклад, відомо понад 200 інфекційних хвороб пшениці, що спричинюються грибами, бактеріями, вірусами, мікоплазмовими тілами та нематодами. Нараховується понад 200 видів шкідників, які пошкоджують пшеницю в різні фази її розвитку.

Через ураження посівів хворобами сільське господарство світу, згідно з даними ООН, щороку втрачає близько 74 млрд доларів, що становить 20 – 30 % вартості врожаю сільськогосподарських культур. Тому виникає потреба в інтегрованому захисті рослин, який передбачає спеціальні агротехнічні, хімічні й біологічні засоби боротьби, а також використання сортів, стійких до хвороб і шкідників.

Ще в другій половині XIX ст. після сильних епіфітотій фітофторозу картоплі, іржі злаків, мільдью винограду та інших, що були поширені в країнах Європи та Північної Америки, почалися роботи, пов'язані із селекцією на стійкість рослин до хвороб. Першим етапом селекції в цьому напрямі було поліпшення місцевих популяцій культурних рослин добором на інфекційному фоні і міжсортовими схрещуваннями. Така селекційна робота приводила до накопичення в сортах генів, які знижують швидкість розвитку інфекції. Так було створено стійкі до фітофторозу сорти картоплі Чемпіон (Ірландія) і Вольтман (Німеччина); стійкий до фузаріозу сорт льону Бізон (США), стійкі до іржі сорти соняшнику Фуксинка і Зеленка (Росія).

У 30-х роках XX ст. почався новий етап у селекції стійких до хвороб та шкідників сортів. Було встановлено, що успадкування резистентності підпорядковується менделівським законам. М.І. Вавилов розробив теоретичні основи селекції на імунітет. Широко застосовуються селекція чистих ліній з використанням моногенної вертикальної резистентності і гібридизація віддалених форм.

Уперше в світовій практиці в 1933 р. методом повторних схрещувань S. demissum із сортами S. tuberosum І.Г. Пушкарьов вивів стійкий до фітофторозу сорт картоплі Фітофторостійкий 8670.

Українські селекціонери створили високопродуктивні сорти озимої пшениці, стійкі до ураження багатьма хворобами, гессенською мухою: Лісостепка 75, Білоцерківська 198 (А.А. Горлач), Миронівська 264, Миронівська 808 (В.М. Ремесло) та багато інших.

Виведено сорти ячменю, стійкі до летючої сажки, жовтої іржі: Палідум 43, Харківський 306, Носівський 6 та ін.

Важливою проблемою залишається створення стійких до хвороб сортів соняшнику, бавовнику, льону та інших сільськогосподарських культур.

Імунні сорти створюються довго, їх мало і стійкість їх до хвороб нетривала.

У популяціях фітопатогенних грибів, у бактерій та вірусів нові біотипи і штами виникають постійно. Популяції і штами патогенів, так само, як і рослин, перебувають у стані постійного процесу мінливості (стеблова іржа — 150 рас, бура — 100, жовта — 50, тверда сажка — 50, борошниста роса — 18, фітофтора — 16 рас і т.д.). Надзвичайно висока здатність патогенів утворювати нові пататотипи та раси ускладнює селекцію на стійкість до хвороб.

Стійкі сорти, як і метод боротьби з хворобами та шкідниками, особливу увагу привернули до себе у 70-х роках минулого століття. Проблема охорони біосфери від забруднення пестицидами стала поштовхом до інтенсивного розвитку селекції на імунітет.

Витрати на створення стійких сортів при середньому використанні сорту впродовж 10 років окуповуються в десятки, а іноді й у сотні разів.

Підраховано, що повне забезпечення країни стійкими до шкідливих організмів сортами може дати приріст урожаю, що дорівнює розширенню посівної площі приблизно на 20 – 25 %. Крім того, перехід на масове висівання стійкими сортами приведе до перегляду технології захисту рослин, зокрема до відмови від проведення значних за обсягом робіт і дорогих заходів.

Фундаментальні відкриття генетичних систем вірулентності паразитів, системи генетичної взаємодії рослин і патогенів, генетичних систем стійкості рослин стали теоретичною основою для розроблення методів селекції на імунітет. Хоча загальної теорії стійкості рослин до хвороб немає, існують фізіологічні, біохімічні, генетичні й молекулярні концепції.

Згідно з теорією «ген на ген» (ген проти гена) (автор Флор (1945)), кожному гену стійкості рослини-живителя відповідає комплементарний ген вірулентності патогенів. Алелі патогенності збудника хвороби мають безпосередній дублікат алелів стійкості живителя. Несумісність збудника хвороби і рослини-живителя виникає за умови комплементарності однієї пари домінантних генів незалежно від стану інших.

Гіпотеза ван дер Планка (1981) «білок на білок» допускає, що білок патогена каталізує роботу гена рослини-живителя, який контролює синтез комплементарного білка, пов'язаного з ним, і транспортується з клітини паразита. У разі несумісності реакцій білок, що кодується геном авірулентності, не сполімеризовується з білком рослини-живителя і каталізує процеси, які позбавляють патоген елементів живлення. Тому патоген не розвивається.

У багатьох культур виявлено гени, що контролюють стійкість до хвороб. Наприклад, у пшениці виявлено такі гени стійкості: до бурої

іржі Lr_{19}, Lr_{23}, стеблової іржі — гени серії Sr_1, ..., Sr_n; борошнистої роси — 10 генів: Pm_1, Pm_2, Pm_3 тощо. Відомі ще такі гени стійкості: до борошнистої роси ($Reg_1 = Ml\text{-}a$, $Reg_4 = Ml\text{-}k$, $Reg_5 = Ml\text{-}p$, всього під 150 символами), іржі (T_1, T_2, Rph-1 – 5), гельмінтоспоріозу (Hg_1, Hg_2, Hg_3) та інших хвороб у ячменю.

У кукурудзи стійкість до гельмінтоспоріозу контролюється домінантними генами Hm_1, Hm_2, проти бурої іржі — Rp_1, Rp_2.

Вертикальна стійкість рису до перикуляріозу контролюється алельними генами *Pi-k*, *Pi-K*^{h}, *Pi-ta* і *Pi-ta*^{2}, *Pi-z* і *Pi-z*^{t}, горизонтальна — мінорними *Pi- f* або полігенами *Rb*-1, *Rb*-2 і *Rb*-3.

Селекція сортів, стійких до хвороб, передбачає два підходи. Перший підхід полягає у створенні сортів, які тривалий час зберігають стійкість до збудників хвороб, переважно на основі вертикального і горизонтального типів стійкості. Основою другого підходу є селекція на повну резистентність.

Для розв'язання цих проблем селекціонери використовують різні методи: створення багатолінійних сортів, транслокованих ліній заміщенням хромосом, або групи зчеплення генів, експериментальний мутагенез.

Важливе значення у виведенні сортів, стійких до хвороб і шкідників, має гібридизація, особливо віддалена.

Комахи-шкідники сільськогосподарських культур здатні до генетичної мінливості, яка зумовлює появу біотипів, що можуть пошкоджувати раніше стійкі сорти. Однак поява біотипів шкідників, які долають стійкість сортів, створювала меншу проблему для селекціонерів, ніж варіанти грибних і бактеріальних хвороб. Є багато прикладів успішної боротьби зі шкідниками за допомогою впровадження стійких сортів. Так, у 30-ті роки XX ст. в Україні було створено сорти пшениці Артемівка і Колективна, стійкі до гессенської мухи. В 50 – 60-ті роки XX ст. на Білоцерківській, Веселоподолянській і Миронівській станціях, в Українському інституті рослинництва, селекції і генетики (Харків) та Селекційно-генетичному інституті (Одеса) створено сорти, стійкі до гессенської мухи.

Стійкість до шкідників зумовлюється морфологічними, фізіологічними або біохімічними чинниками, витривалістю сортів.

Наявність опушення на листках забезпечує стійкість до багатьох шкідників, зокрема у злаків — до листоїдів-п'явиць, у бавовнику — до цикадок. Товщина й міцність тканин перешкоджають відкладанню яєць і живленню личинок. Наприклад, виведення сортів соняшнику, які мають панцирний шар у тканинах оплодня, — єдиний захід боротьби із соняшниковою міллю. Щільне прилягання квіткових лусок до зернівки перешкоджає заселенню колоса трипсом у пшениці.

Деякі типи стійкості до шкідників контролюються моногенно, інші — кількома генами (олігогенно) і полігенно. Так, стійкість проти гессенської мухи контролюється домінантними або частково домінантними генами $H_1 - H_8$, а також рецесивними генами, що локалізовані в хромосомах 1А і 5А.

Стійкість до листкової попелиці кукурудзи моногенна і контролюється рецесивним геном aph_1.

Не менше ніж сім незалежних локусів з домінантними алелями *Glh*-1 – *Glh*-3, *Glh*-5 – *Glh*-7 і рецесивний ген *glh*-4 контролюють стійкість рису до ураження зеленою цикадою.

Селекція на стійкість до хвороб і шкідників має свої особливості й труднощі. Цілеспрямована селекційна робота передбачає пошук і розроблення методів використання донорів, геномів і нових генів імунності.

Селекційна робота з різними сільськогосподарськими культурами на стійкість має свої особливості. Вони залежать від типу генетичної системи імунітету, генетичної системи і способу розмноження рослин.

Дослідження, проведені в нашій країні і за кордоном, доводять можливість одержання вихідного матеріалу стійкого до патотоксинів за клітинної селекції. Встановлено, що додавання до живильного розчину аналогів токсину чи культуральні фільтрати дає змогу відбирати форми, стійкі до бактерій і грибів.

Для підвищення стійкості сільськогосподарських рослин значні перспективи відкриває генна інженерія. Перенесенням гена хітинази з гороху в рослини ріпаку одержані трансформовані рослини ріпаку з підвищеною толерантністю до фітопатогенних грибів Alternaria brassicae, Cylindrosporium та ін. Ріпак, трансформований геном оксалатоксидази з ячменю, показав підвищену стійкість до патогенного гриба Sclerotinia.

Селекція на посухостійкість. Посуха характеризується тривалим, а іноді короткочасним періодом без дощів, високою температурою, дефіцитом вологості повітря, що призводить до посиленої транспірації і випаровування, зневоднення і перегрівання, зниження продуктивності, пошкодження або до загибелі рослин.

У фізіологічному розумінні посухостійкість — властивість сортів витримувати перегрівання і зневоднення та забезпечувати високий урожай продукції за умов посухи.

Більшість районів інтенсивного землеробства нашої країни розташовані в зоні недостатнього зволоження. Сільськогосподарські культури тут часто зазнають дії ґрунтової і повітряної посухи. Степові райони України характеризуються недостатнім і нестійким зволоженням. Періодичні посухи призводять до недобору врожаю сільськогосподарських культур і завдають економічних збитків.

Виведення сортів, які забезпечують високі врожаї за умов посухи, має важливе значення. Для розв'язання цієї проблеми селекціонери використовують різні методи.

З давніх часів добирали насіння, яке за умов посухи забезпечувало найкращий розвиток рослин і найвищий урожай. Пізніше позитивних результатів у селекції на посухостійкість досягли індивідуальним добором із природних популяцій і місцевих сортів-популяцій. З накопиченням знань про механізми, що зумовлюють посухостійкість рослин, з'являються нові методи селекції. Умовно ці механізми поділяють на три основних типи: уникнення посухи — здатність рослин проходити фенологічні фази розвитку за короткий період і завершувати цикл розвитку до настання водного дефіциту в цій зоні; посухостійкість при високому водному потенціалі тканин — здатність рослин інтенсивно формувати коріння, зменшувати витрати води, поверхню випаровування, витримувати посушливі періоди, маючи при цьому в тканинах високий водний потенціал; посухостійкість при низькому водному потенціалі тканин — здатність підтримувати тургор, толерантність до висушування при низькому водному потенціалі.

Дослідженнями встановлено, що посухостійкість контролюється полімерними генами і при гібридизації характеризується проміжним типом успадковування. Використовуючи методи гібридизації екологічно віддалених форм, місцевих сортів, що належать до різних екотипів, цілеспрямований індивідуальний і масовий добір, селекціонери створили високоврожайні посухостійкі сорти сільськогосподарських культур. Це сорти озимої пшениці Знахідка одеська, Ніконія, Леля, Альбатрос одеський, Олеся та ін.; високоврожайні посухостійкі сорти ячменю Паллідум 107, Галатея, Галактик, Вакула, Персей.

Проте більшість сортів сільськогосподарських культур, занесених до Реєстру сортів рослин України, не відповідає вимогам посухостійкості. Тому перед селекціонерами та генетиками, фізіологами і біохіміками стоїть проблема вивчення природи посухостійкості і вдосконалення методів селекції.

Неабияке значення в розробленні проблеми посухостійкості матимуть дослідження за контролюючих умов фітотронів, клітинна селекція.

Перші повідомлення про виділення клітинних ліній тютюну, стійких до водного стресу (Heyser, Nabors, 1979), про метод тестування калюсних ліній, стійких до посухи генотипів сої (Smith et a1., 1985), подають надію на успішне розв'язання проблеми посухостійкості сортів у майбутньому.

Селекція на зимостійкість — один із головних напрямів реалізації потенціалу продуктивності озимих культур. Продуктивність

озимих форм пшениці, жита, тритикале, ячменю тощо значно вища, ніж ярих. Проте озимі форми пошкоджуються і навіть гинуть унаслідок взаємодії несприятливих чинників: низьких (мінусових) температур, льодяної кірки, випрівання, вимокання та ін. Створення високостійких сортів є важливою проблемою селекції.

Зимостійкість зернових культур зумовлюється генотипом сорту. Генетичний фонд сортів з високою зимостійкістю надто обмежений. Найвищою зимостійкістю характеризуються сорти озимої пшениці з Поволжя, Сибіру та Північного Казахстану. Цінним вихідним матеріалом за зимостійкістю є сорти Ульянівка, Харківська 38, Ахтирчанка, Миронівська 808, Лютесценс 7, Київська 8, Миронівська 28 та ін. Практичний інтерес для гібридизації становлять деякі сорти закордонної селекції, але за зимостійкістю вони поступаються зазначеним вітчизняним сортам.

Багатофакторність генетичних ознак зимостійкості зумовлює мінливість цієї властивості і дуже ускладнює її вивчення.

У другій половині XX ст. значно інтенсифікувалися роботи, пов'язані з розробленням генетичних основ селекції на морозостійкість. До висновку, що зимостійкість у пшениці контролюється кількома генетичними чинниками, давно дійшов Н.Г. Нільсон-Еле (1912). Складну полімерну природну зимостійкість методом гібридологічного й моносомного аналізу встановили Дж. Бохак, Л. Кермін (1966).

Останніми роками встановлено, що адаптація рослин до дії низьких температур, що супроводжується підвищенням морозостійкості, тісно пов'язана зі змінами в експресії генів. Виявлені гени чутливі до дії низьких температур. Транскрипти цих генів підтримуються на високому рівні доти, доки рослини перебувають за низької температури середовища. Гени, що експресують у процесі адаптації до холоду, були клоновані й охарактеризовані у багатьох рослин, в тому числі в люцерні (A.F. Monroy et al., 1993), ячменю (P. Baldi et al., 1999) і пшениці (M. Houde et al., 1992).

Численні дані про успадковування (домінантність чи рецесивність) морозостійкості досить суперечливі. Полігенність ознаки зимостійкості зумовлює доцільність складних схрещувань. Важливе значення в селекції на зимостійкість має віддалена гібридизація. Створення у 50-х роках XX ст. М.В. Цициним озимих форм пшенично-пирійних гібридів з однорічним типом розвитку довело можливість просування пшениці у північні райони Нечорнозем'я.

Проблему зимостійкості озимих культур можуть успішно розв'язувати спільними зусиллями генетики, селекціонери і фізіологи.

Селекція на підвищення холодостійкості. Весняне й осіннє похолодання, спричинене короткочасним зниженням температури

повітря до 0 °С і нижче, може відбуватися і за сталих позитивних температур. Пізні весняні приморозки в період інтенсивної вегетації особливо небезпечні для теплолюбних культур. Низькі позитивні температури після тривалого періоду теплої погоди можуть пошкоджувати посіви і знижувати врожай гречки, проса, картоплі, кукурудзи.

Використання існуючих агротехнічних засобів і способів дає змогу зменшувати шкідливу дію низьких температур. Проте найбільш економічно вигідним засобом є впровадження холодостійких сортів.

До значних втрат врожаю кукурудзи можуть призводити як пізні весняні, так і ранні осінні приморозки. Виведення холодостійких гібридів кукурудзи дає можливість одержувати стабільні врожаї і просувати їх у північні райони та Полісся України. В селекції холодостійких гібридів ефективним є схрещування кременистих і зубоподібних форм. Холодостійкість генотипу залежить зазвичай не тільки від консистенції зерна, хоча встановлено, що кременисті форми холодостійкіші й екологічно пластичні. Використання ранньостиглих холодостійких гібридів Колективний 101ТВ, Колективний 210ТВ, Колективний 244МВ та інших дає змогу проводити ранню сівбу і ефективніше використовувати весняні запаси вологи в ґрунті.

Важливе значення при вирощуванні картоплі майже в усіх районах картоплярства мають стійкі до приморозків сорти. Вітчизняні та закордонні дослідники встановили, що серед видів S. demissum, S. acaule, S. toralapanum, навіть S. tuberosum можна виявити холодостійкі форми. Схрещування цих форм з культурними сортами дає холодостійкі сорти картоплі.

Перед селекцією стоїть проблема підвищення холодостійкості сортів практично всіх ярих культур.

Селекція на придатність до технології механізованого вирощування. Високий рівень механізації в рослинництві потребує створення сортів, придатних для механізованого обробітку посівів і збирання врожаю.

У зернових культур вилягання призводить до значних втрат врожаю, дуже ускладнює його збирання. Важливим завданням селекції є виведення сортів, стійких до вилягання та обсипання.

Більш трудомісткою порівняно із зерновими культурою є горох. Це зумовлено сильним виляганням рослин і обсипанням насіння при дозріванні бобів. Тому актуальним є виведення сортів гороху, які не вилягають і в яких насіння не обсипається при розтріскуванні бобів.

На Приєкульській селекційній станції А.Я. Еглітіс вперше (1952) виявив мутантну форму гороху, в якого ніжка міцно зростається з насіннєвою оболонкою. При обмолоті насіннєва ніжка не відокремлюється від насінини, а переламується. Тому при розкриванні бобів

насіння не обсипається, а залишається прикріпленим до стулок плода. Схрещування таких форм з високопродуктивними сортами дало можливість створити перші стійкі до обсипання сорти: Трудівник, Необсипаючий 1, Ворошиловградський, Ювілейний, Темакс тощо.

Ведеться селекція кукурудзи на висоту прикріплення першого качана.

Виведення листопадних сортів культур, на посівах яких перед збиранням застосовуються дефоліанти й десиканти, дасть змогу ефективніше використовувати механізми і обходитися без використання хімічних препаратів.

Упровадження однонасінних цукрових буряків підвищує рівень механізації їх вирощування.

Стійкість бульб картоплі до механічних пошкоджень є одним із основних показників придатності сортів цієї культури до механізованого збирання. Ефективність створення стійких до механічних пошкоджень сортів залежить від того, наскільки вдало підібрані для гібридизації за цією ознакою батьківські форми. Високу стійкість до механічних пошкоджень мають такі сорти, як Божедар, Бородянська рожева, Водограй, Луговська, Мавка, Молодіжна, Світанок київський, Либідь.

У цілому в Україні майже 90 % сортів картоплі є високостійкими до механічних пошкоджень, у Білорусі — 80, Росії — 70, Німеччині — 20 високостійких і 70 % середньостійких.

Інтенсифікація рослинництва зумовлює проблему селекції сортів, здатних реалізувати високий потенціал продуктивності за існуючих технологій вирощування. Це означає надання сортам широкої технологічної адаптивності завдяки поліпшенню властивостей, які дають змогу максимально використовувати переваги індустріальних технологій і скорочувати до мінімуму втрати в період вирощування, збирання і переробки врожаю.

Поліпшення існуючих та розроблення нових методів селекційної роботи з використанням досягнень інших наук. Досягнення в селекції високоурожайних сортів є наслідком проведення традиційних досліджень у генетиці з удосконалення рослин. Застосовувані при цьому методи селекції стали класичними, вони ґрунтуються на гібридизації, доборі й використанні індукованих мутацій.

В Україні у 30- і 50-ті роки XX ст. проводилися роботи, пов'язані зі створенням двовидових тритикале, але у виробництві ці форми не застосовувались. У середині 60-х років XX ст. в Українському інституті рослинництва, селекції і генети (Харків) вперше розроблено методи і теорію створення тривидових тритикале. Використовуючи методи віддаленої гібридизації, поліплоїдії, розщеплення складних геномів на прості та їх синтез, А.Ф. Шулиндін створив новий ботанічний рід культурної рослини — Triticosecale Wittmack.

Розроблення методів заміщення і перенесення хромосом при гібридизації дасть змогу поліпшувати існуючі і створювати нові сорти з цінними властивостями.

Удосконалення методу гаплоїдії і використання його в селекції відкриває перспективи створення гомозиготних за всіма генами ліній, підвищення ефективності селекції на гетерозис, на стійкість до несприятливих чинників середовища. Методом гаплоїдії виведено високоврожайні сорти ячменю Істок 1, Одеський 115. Одержано дигаплоїди у таких сортів картоплі, як Світанок київський, Зарево, Гатчинська.

Селекція основних сільськогосподарських культур за більшістю цінних господарських ознак наблизилася до біологічної межі підвищення продуктивності. Провідні зарубіжні селекційно-насінницькі фірми економічно розвинених країн прогнозують, що на найближчі 15 – 20 років різке зрушення в селекції на продуктивність основних зернових культур малоймовірне. Поступове підвищення урожайності здійснюватиметься за рахунок традиційної селекції і досягнень біотехнології.

Сучасне сільське господарство потребує різкого прискорення процесу створення сортів рослин, стійких до біотичних та абіотичних стресів з високим потенціалом продуктивності і придатних до вирощування за енергозберігаючими й екологічно безпечними технологіями.

Останні десятиріччя характеризуються стрімким розвитком біотехнології, з якою пов'язане розв'язання багатьох важливих проблем науково-технічної діяльності, у тому числі в селекції і насінництві. Цьому сприяють фундаментальні дослідження молекулярної біології і генетики, що дають змогу підвищити ефективність селекційної роботи.

Проте було б помилковим вважати, що нові методи селекції замінять класичні. Водночас помилковою є й недооцінка нових методів, відкритих селекцією, генетикою, молекулярною генетикою і фізіологією. Отже, проблему створення сортів сільськогосподарських культур, які б відповідали вимогам виробництва, можна успішно розв'язувати тільки в поєднанні класичних методів селекції з новими досягненнями біологічних наук.

1.6. Використання біотехнологічних методів у селекції рослин

Упродовж останніх десятиріч селекція, спираючись на генетику, цитологію, фізіологію, молекулярну біохімію та інші науки, дедалі більше набуває вигляду біологічної селекційної технології.

На початковому етапі біотехнологія ґрунтувалася переважно на досягненнях мікробіології та ензимології, а в останні 20 – 25 років вона дістала потужний імпульс до свого розвитку від таких галузей біології, як вірусологія, молекулярна біохімія і клітинна біологія, молекулярна генетика.

Для сучасного етапу розвитку селекції характерне впровадження клітинних технологій, що дають можливість збагатити традиційний селекційний процес ефективними допоміжними методами. Нині розроблені і впроваджуються у практику селекційної роботи такі основні клітинні технології:

- клональне мікророзмноження і одержання безвірусного матеріалу;
- культура ізольованих зародків;
- калюсна культура й одержання сомаклональних варіантів;
- культура клітин і протопластів.

Сільськогосподарські рослини — об'єкти застосування основних способів і засобів біотехнології: генної інженерії, клітинної біології, біометодів і біопрепаратів для захисту від шкідників, хвороб, бур'янів, застосування регуляторів росту тощо.

Нині у світі функціонує понад 3000 біотехнологічних корпорацій і фірм, серед яких близько 100 є провідними. Такі компанії, як «Дженентед», «Монсанто», «Джетус», «Біоген», «Імуноген» (США), «Санторі», «Асахі кемікал індастрі», «БіАйДіСі» (Японія), «Бохрінгер Манхайм», «Інвітрон» (Німеччина), «Біо-Франс», «Параді», «Корте» (Франція) є піонерами у використанні найновіших досягнень генної і клітинної інженерії.

В Україні дослідження в галузі біотехнології розпочато понад 30 років тому в науково-дослідних інститутах Національної академії наук (Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного, Ботанічний сад ім. М.М. Гришка) та в інститутах Української академії аграрних наук (Інститут цукрових буряків, Інститут садівництва, Селекційно-генетичний інститут, Інститут картоплярства, Інститут винограду і вина «Магарач», Державний Нікітський ботанічний сад та ін.). Теоретичні й методичні дослідження в галузі біотехнології проводять за такими напрямами: розроблення фундаментальних основ клітинної інженерії, одержання регенерантів з тканинних культур, створення селективних середовищ і умов добору на рівні клітин та ембріогенних зон калюсу та ін.

Культура тканин і клітин. Культура рослинних тканин дає змогу одержати численні популяції за порівняно короткий час і в обмеженому просторі. З них можна отримувати мутанти, які використовують із селекційною метою. Культура рослинної тканини дає можливість також ідентифікувати лінії рослин з підвищеною інтенсивністю фотосинтезу, а отже, й з вищою продуктивністю.

У 1949 р. було доведено, що апікальна меристема (невеликий шматочок — 0,1 мм з кінчика стебла, який складається з недиференційованих клітин) може на спеціальних стерильних середовищах постійно рости і утворювати органи, а також цілі рослини, практично вільні від вірусів. Насіння, утворене такими рослинами, також не містить вірусів.

Технологія клонального мікророзмноження рослин постійно розвивається, удосконалюється і перетворюється на могутню галузь. Уже введено в культуру понад 1000 видів декоративних, овочевих, плодових, технічних і деревних рослин.

Клітини меристеми внаслідок поділу утворюють маленьку рослину з 5 – 6 листочками. Стебло через кілька тижнів розрізають на 5 – 6 мікроживців, які за сприятливих умов виростають у нормальні рослини. Переваги методу мікроклонального розмноження значні. Так, при культивуванні меристеми куща малини in vitro вдається отримувати потомство до 50 тис. рослин, тоді як звичайна техніка живцювання забезпечує тільки 50 рослин на рік. Ще одна перевага культури меристеми in vitro полягає в одержанні молодих рослин. Проте ця методика вегетативного розмноження пов'язана з певним ризиком — можливістю зниження генетичної різноманітності, оскільки всі особини походять від однієї рослини (меристеми). Нове захворювання для цих рослин може бути катастрофічним, оскільки вони генетично ідентичні.

Деякі культурні види розмножують вегетативним способом, щоб зберегти сортові властивості або внаслідок їх стерильності. У таких вегетативно розмножувальних рослин іноді виникають клони, які через мутації, зміни кількості хромосом, модифікації неядерних генів у хлоропластах і мітохондріях відрізняються від батьківських ліній. Так, соматичними мутантами є рожевий грейпфрут, апельсин навель, деякі сорти картоплі. Іноді в деяких видів частота появи соматичних мутантів може досягати 2 %, що створює серйозні труднощі при підтриманні сортової чистоти звичайними методами клонування.

Нині вдалося регенерувати цілі рослини з калюсу кукурудзи, вівса, сорго, рису, пшениці. У нашій країні розроблено методи селекції стійкого бульбоутворення культури у рослин картоплі, вирощених у пробірці з меристеми для оздоровлення посівів цієї культури від вірусів. Вдалося від вирощування мікробульб у пробірці перейти до ефективнішого способу, зокрема до культивування рослин картоплі на поживному розчині у теплиці, регенерованих із калюсу, що дає змогу практично цілорічно мати по 3 – 4 тис. бульб з 1 м^2. Роботи з безвірусного насінництва картоплі в Україні проводяться в Інституті картоплярства (Немішаєво) та Інституті сільськогосподарської мікробіології (Чернігів). Технологія оздоровлення сортів картоплі є

складовою первинного насінництва. Під методичним керівництвом Інституту картоплярства УААН створено мережу біотехнологічних лабораторій з вирощування мікро- і мінібульб картоплі. Це дає можливість забезпечити потреби товаровиробників якісним садивним матеріалом кращих сортів.

За даними Інституту картоплярства вихід здорових рослин з одержаних регенераторів становить 60 – 100 %.

Успішно оздоровлюють також сорти овочевих, плодових, ягідних, квіткових і декоративних культур. Слід зазначити, що за кордоном (США, Канада, Фінляндія) декоративні рослини, деякі плодово-ягідні й лісові породи розмножують лише мікроклонуванням з одночасним знезараженням матеріалу. У Фінляндії заборонене садіння картоплі, яка не пройшла через культуру in vitro.

Культури клітин і протопластів. Найбільше значення має відтворення рослин з окремих клітин і протопластів (клітин, позбавлених оболонки). Деякі види рослин (морква, тютюн, картоля) легко відновлюються в культурі клітин, регенерація інших поки що не вдається. Виявлено, що регенерувальна здатність — генетично детермінована ознака, і не кожний генотип має потрібний для регенерації набір генів. Дослідники вважають можливим добір рослин за високою регенерувальною здатністю. Незважаючи на складність проблеми, вже є деякі успіхи в регенерації злаків з окремих клітин.

В університеті штату Міннесота (США) кілька рослин кукурудзи були регенеровані з окремих клітин у суспензійно-клітинній культурі. В цьому напрямі певних успіхів досяг відділ біотехнології селекційного процесу Миронівського інституту пшениці. Методами клітинної селекції в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України одержано лінії цукрових та кормових буряків, стійкі до хлоридного та сульфатного засолення.

У рису, кукурудзи, ячменю, сорго, пшениці останнім часом вдалося створити калюси з протопластів листків і коренів. Регенерація злаків з протопластів відкриває великі можливості для соматичної гібридизації.

Злиття протопластів для виведення соматичних гібридів. Соматичні клітини вищих рослин, як правило, не зливаються одна з одною. Це злиття може відбуватися лише при використанні протопластів, які легко отримують у багатьох видів і різних типів тканин. За руйнування клітинної оболонки лізоцимом та іншими речовинами протопласти можуть зливатися. Соматична гібридизація виявилася корисним практичним наближенням до розв'язання проблеми часткового перенесення геному, генерації нових ядерно-цитоплазматичних взаємозв'язків, подолання статевої несумісності. Основні напрями соматичної гібридизації у рослин такі.

1. ***Реконструкція цитоплазматичних генів.*** Як відомо, близько 99 % генетичної інформації про рослину сконцентровано в ядрі клітини. Проте і в клітинних органоїдах (хлоропластах, мітохондріях) трапляються невеликі, місткістю 100 – 200 генів, генетичні системи. Під контролем генів цих органоїдів перебувають деякі цінні господарські ознаки: фотосинтез, дихання, стійкість до гербіцидів, реакція на токсини, ЦЧС тощо.

Головна особливість техніки соматичної гібридизації — створення гібридів, які несуть частину цитоплазми одного з батьків з частиною другого. Це дає змогу доповнити традиційну селекцію (реконструкцію ядерного матеріалу) селекцією генів цитоплазми (реконструкцією позаядерного матеріалу). Однак успіх злиття та відбору гібридних протопластів ще не означає успішного схрещування. Подальший розвиток гібридного протопласту залежить від того, наскільки подібні філогенетично батьківські форми та наскільки досконалою є технологія регенерації певного виду. Тепер нормальні, здатні до статевого розмноження гібридні рослини одержують тільки при схрещуванні подібних видів.

2. ***Подолання статевої несумісності у рослин.*** Як відомо, віддалені форми організмів не схрещуються або не дають повноцінного (плодючого) потомства. Цей бар'єр вдається подолати соматичною гібридизацією — злиттям протопластів. При цьому об'єднуються геноми двох форм. Далі з гібридної клітини регенерується ціла рослина з комбінованою ДНК. Соматична гібридизація показана для томатів, тютюну. Важливі практичні результати з використання соматичної гібридизації одержано в Інституті картоплярства. Внутрішньовидовою і міжвидовою гібридизацією протопластів створено гібридні регенеранти, які мають корисні властивості і введені в селекцію. Дослідники цього інституту вважають, що з удосконаленням техніки злиття протопластів і подальшого їх культивування, з розробленням методів регулювання елімінації пластид (хромосом) збільшуватиметься кількість видів, між якими можлива соматична гібридизація.

3. ***Перенесення фрагментів хромосом.*** Цей напрям досліджень виник недавно. Кінцевою метою міжвидової статевої гібридизації є передача культурному сорту (реципієнта) кількох цінних генів дикого виду (донора). Оскільки гібрид містить орієнтовно половину ядерного матеріалу батьків (статевий процес за своєю природою симетричний), досі це досягалося багаторазовими зворотними схрещуваннями певного гібрида з культурним сортом. Цей процес тривалий (до 5 – 10 років) і не завжди дає бажані результати.

Соматична гібридизація дає змогу за один цикл створити асиметричні гібриди. Індукція асиметризації соматичних гібридів досягається попереднім опроміненням клітин рослини-донора (дикого

виду) іонізувальним випромінюванням. Нещодавно запропоновано альтернативний метод часткового перенесення геному з використанням мікропротопластів. Опосередковане мікропротопластами перенесення хромосом є ефективною технологією парасексуального схрещування для перенесення інтактних хромосом від одного виду до іншого. Це дає змогу значно скоротити витрати часу на численні бекроси, які проводять, коли такі лінії отримують генеративним методом або симетричною соматичною гібридизацією.

Існує ще й інша можливість виведення віддалених гібридів. Іноді звичайними методами запилення вдається створити гібридні зародки, потім вони дегенерують і гинуть. Методами клітинної технології при вирощуванні таких зародків у пробірках на штучному поживному середовищі іноді вдається довести їх до нормальної плодючої рослини.

Ці роботи широко проводять у Центральній генетичній лабораторії ім. І.В. Мічуріна (Мічурінськ) і в Нікітському ботанічному саду (Крим) при виведенні нових сортів плодових культур, у ВІРі та Інституті цитології і генетики Сибірського відділення Російської академії наук (Новосибірськ), працюючи із зерновими, в Інституті тютюну і махорки (Краснодар) — при виведенні віддалених гібридів роду Nicotiana.

У Миронівському інституті пшениці ім. В.М. Ремесла дорощування незрілих абортивних зародків з успіхом застосовували при віддаленій гібридизації м'якої пшениці T. aestivum з T. timopheevii і T. militinae, T. monococcum з житом, тритикале, ячменем.

Культивування зародків (ембріокультура) широко застосовують також для створення потрібної кількості калюсної маси, яку в подальшому використовують для мікроклонального розмноження особливо цінного матеріалу, індукції сомаклональних варіантів, отримання клітинних суспензій тощо.

Культура гаплоїдів. Однією з найскладніших селекційних робіт є розщеплення потомства за ознаками чоловічої і материнської форм та закріплення потрібної ознаки. Щодо цього досить цінними є гаплоїдні рослини, які одержують з пиляків чи пилку (андрогенез) або з незапліднених насіннєвих зачатків (гіногенез). Обробленням колхіцином набір хромосом подвоюють і створюють нормальні диплоїдні рослини (дигаплоїди), які копіюють вихідну форму і не розщеплюються в потомстві.

Якщо для одержання традиційними методами вирівняної самозапиленої гомозиготної лінії потрібно не менше ніж 6 – 10 поколінь інбридування і жорсткого добору, то при використанні гаплоїдних рослин таку лінію дістають за рік. Отже, можна мати гомозиготний матеріал уже в ранніх поколіннях гібридів $F_1 - F_3$.

Тепер на різних культурах розроблено два способи отримання гаплоїдів: культура ізольованих пиляків і метод гаплопродюсера на основі ембріокультури. Пилкову культуру широко застосовують для виведення гаплоїдів рису, ячменю, пшениці, тритикале. Методом гаплопродюсера створюють переважно гаплоїди ячменю.

Як за кордоном, так і в нашій країні гаплоїдизацію добре освоєно для основних сільськогосподарських культур (усього 166 видів рослин). Великого поширення набула гаплоїдна технологія зернових культур (пшениці, рису) в Китаї, де культивуються десятки сортів рису і пшениці, створених на основі індукованих з пиляків рослин.

Успішно проводять дослідження з індукування гаплоїдів пшениці, тритикале, ячменю у Селекційно-генетичному інституті (Одеса). Тут за 4 – 5 років замість 10 – 12 за звичайних методів, виведено сорти ячменю Одеський 15 та Істок.

Детально розроблений в Інституті картоплярства спосіб виведення моно- ($2n = 12$) і дигаплоїдів ($2n = 24$) дає змогу використовувати їх у різних програмах клітинної інженерії.

У НДІ рису (Краснодар) методом культури пиляків створено тисячі вихідних ліній рису з цінними властивостями. Вчені НДІ сільськогосподарської біотехнології, НВО «Еліта Поволжя» (Саратов), Білоруського НДІ землеробства (Жодіно), НВО «Підмосков'я» передали селекційним установам сотні ліній ячменю, пшениці, тритикале, кращі з яких мають комплексну стійкість до хвороб і високий потенціал урожайності (80 – 85 ц/га).

Сомаклональна і гаметоклональна мінливість. Тканини рослин у культурі in vitro можуть змінюватись, а рослини, регенеровані з цих тканин, відрізняються одна від одної. Наприклад, у зернових культур змінюються як якісні, так і кількісні морфологічні й біологічні ознаки: висота рослин, вираженість остистості, розмір і фертильність колосків, кількість пагонів кущіння, колір зерна і колоскових лусок, вміст протеїну тощо.

Різноманітність (варіабельність) серед рослин-регенерантів позначають терміном «сомаклональна варіабельність». Сомаклональні варіанти залежно від походження мають і конкретніші назви: протоклони — створені з протопластів, сомаклони — з калюсних або суспензійних культур. Можливими причинами мінливості в культурі in vitro можуть бути зміни каріотипу (поліплоїдія), переміщення транспозиційних елементів у геномі, посилення та послаблення генів, соматичний кросинговер тощо.

Сомаклональна зміна — джерело різноманітності форм, серед яких можна відібрати цінний матеріал з тими чи іншими полігенними ознаками. Так, в Інституті картоплярства УААН одержано лінії картоплі з підвищеною стійкістю до деяких хвороб і стресових чинників, у НДІ рису (Краснодар) — перспективні регенеранти ри-

су. Виведений сорт Біориза відрізняється від існуючих сортів технологічними властивостями зерна, за якими наближається до сортів рису В'єтнаму і Китаю. В НДІ кормів (Москва) виведено регенеранти люцерни, стійкі до засолення ґрунту, і конюшини — до раку. В НВО «Підмосков'я» цим методом виведено три сорти ячменю, стійкі до токсичності кислих ґрунтів. У ВНДІ рису (Росія) розроблено рекомендації щодо інтенсифікації сомаклональної мінливості в культурі тканин рису за допомогою хімічних мутагенів та іонізувального випромінювання для створення нового цінного вихідного матеріалу.

Інші шляхи використання клітинної технології. Важливий розділ клітинної технології — тривале збереження в культурі in vitro генофонду культурних рослин, а також видів, які зникають із земної кулі.

В Інституті фізіології рослин (Москва) створено кріобанк клітин і ліній мутантів різних видів рослин. Перспективним є також створення методами клітинної інженерії цінних метаболітів рослин, у тому числі фізіологічно активних речовин. У цьому інституті розроблено також технологію масового культивування клітин женьшеню, а також діоскореї — джерела стероїдних сапонінів.

Генна інженерія — один із важливих шляхів поліпшення культурних рослин. Гібридизація рослин, яка зумовлює рекомбінацію генетичного матеріалу з використанням точних розрахунків на основі генетичних карт хромосом, заміщення хромосом одного виду хромосомами іншого виду при віддаленій гібридизації, а також використання клітинних методів при створенні організмів з потрібними властивостями, — все це входить у поняття «генетична інженерія». Якщо маніпуляція здійснюється на рівні окремих генів або їхніх фрагментів, то мають на увазі генну інженерію.

Новизна методу генної інженерії полягає в тому, що він дає можливість вводити в організм окремі гени точним і простим методом.

Важливою особливістю генної інженерії є також те, що види, які використовують для перенесення генів, не обов'язково мають бути здатними до утворення природних гібридів. При звичайній селекції без цього не обійтися, оскільки гени різного походження не зможуть сполучатися в одній рослині. Отже, генна інженерія значно розширює можливості поліпшення окремих ознак або створення нових.

Велику роль у формуванні генної інженерії відіграли генетика мікроорганізмів, ідеї й методи, розроблені молекулярною генетикою і хімією нуклеїнових кислот. Формальною датою народження генної інженерії вважають 1972 р., коли група П. Берга в США створила першу рекомбінативну ДНК in vitro, яка об'єднувала генетичний матеріал з трьох джерел: геном онкогенного вірусу мавп VS 40, частину геному бактеріофага λ і гени галактозного оперону.

Виконання будь-якої генно-інженерної програми передбачає одержання фрагментів ДНК, які несуть потрібний ген, об'єднання їх in vitro з векторними молекулами, здатними забезпечити доставку гена в організм реципієнта, створення умов для стабільного успадкування й ефективної експресії перенесеного гена.

Створення потрібних фрагментів ДНК і їх рекомбінації стали можливими завдяки ферментам рестриктазам, які розщеплюють ДНК у місцях, де знаходяться специфічні нуклеотидні послідовності з 4 – 6 нуклеотидів, завжди симетричних.

У результаті ланцюг ДНК на двох кінцях фрагмента комплементарний і може спаруватися. Отже, вдається з'єднувати будь-які два фрагменти, вирізані однією і тією самою рестриктазою (за допомогою ферменту лігази), що створює умови для необмеженої рекомбінації генетичного матеріалу.

Перенесення генетичного матеріалу в клітину рослини може відбуватися за допомогою плазмід (кільцеподібних молекул ДНК, які реплікуються автономно від хромосоми, Ті-бактерій).

Т-ДНК Ті-плазмід має дві важливі властивості, які роблять її по суті ідеальним вектором для введення чужорідних генів у клітини рослин. По-перше, коло живителів агробактерій дуже широке: вони трансформують клітини практично всіх двосім'ядольних рослин. По-друге, інтегрована Т-ДНК успадковується відповідно до законів Менделя, а її гени мають власні промотори, під контролем яких можуть експресуватися чужорідні гени.

Традиційний спосіб трансформації рослинних клітин Т-ДНК полягає в нанесенні агробактерій, які містять Ті-плазміди, на спеціально пошкоджений пагін. Проте з удосконаленням методів культивування клітин і протопластів рослин був запропонований зручніший спосіб зараження і трансформації in vitro.

У майбутньому можуть бути виявлені й інші шляхи перенесення генетичного матеріалу між рослинами, можливо, за допомогою інших плазмід або вірусів. Пошук їх — мета численних досліджень у лабораторіях багатьох країн світу.

З появою генно-інженерних методів клонування генів і їх перенесення в рослинні клітини, а потім і в регенеровані з них рослини з'явилася можливість значно швидше створювати нові сорти з цінними господарськими ознаками.

Виділено велику кількість генів рослин і мікроорганізмів, які кодують ознаки продуктивності, стійкості до несприятливих чинників. Рослини з такими чужорідними генами, тобто трансгенні рослини, поступово впроваджуються у сільськогосподарську практику.

Нині вже виділені гени запасних білків картоплі (потанін), квасолі (фазеолін), гороху (легумін), кукурудзи (зеїн), які є основою кормів для тварин. Деякі з них вдалося перенести в рослини. Такі дослі-

дження у вищих рослин поки що проводять модельними експериментами за зміною простих моногенних ознак для систем типу один ген — один пептид — одна ознака. Проводять експерименти з використання штучно (хімічним методом) синтезованих генів, які кодують у великій кількості незамінні амінокислоти. Позитивні результати є і в дослідженнях картоплі щодо підвищення вмісту цінних амінокислот.

Подальший напрям генно-інженерних робіт — створення гербіцидостійких видів культурних рослин. Традиційні методи створення сортів, стійких до гербіцидів, дуже тривалі і малорезультативні. Тому й тут великі надії пов'язують з використанням генної інженерії. Поки що можна говорити про окремі приклади. Здійснено успішне перенесення гена стійкості до гербіцидів із Streptomyces у клітини цукрових буряків. Після цього регенеровані з них рослини набули стійкості до гербіциду фосфінотриціану. Так само вдалося вивести стійкі до гербіцидів рослини тютюну, люцерни.

Виділено, ідентифіковано й введено в сорт картоплі ген стійкості до гербіцидів атразину, гліфосату, сульфанілсечовини. Токсичний білок, який виробляє мікроб Bacillus thuringiensis, вбиває личинок комах, що поїдають листя.

У 1987 р. ген токсину, виділений з бактерій, успішно перенесли в геном тютюну. Його експресія і привела до того, що личинки комах Manduca seeta гинули при поїданні листя трансгенної рослини. У рослини картоплі в США введено ген лептину, який забезпечує стійкість до колорадського жука.

У Донецькому НВО «Еліта» ідентифіковано чотири гени, які контролюють стійкість до злакових мух. Створено форми озимої пшениці з генами, локалізованими в хромосомах 7А і 7В, що забезпечують стійкість до цих комах.

Зроблено спроби створити рослини, стійкі до вірусів, які завдають великої шкоди сільському господарству. Найперспективнішим способом захисту рослин від вірусних хвороб вважають індукування у рослин імунітету до вірусів методом імунізації.

Генна інженерія прагне змінити не лише рослини, а й асоційовані з ними мікроорганізми. Відомо, що бобові рослини вбирають з ґрунту лише незначну частину азоту. Більшість потрібного їм азоту забезпечують бактерії, що живуть в анаеробних умовах у бульбочках, утворених на кореневих волосках.

За зв'язування атмосферного азоту в азотфіксувальних бульбочкових бактеріях Rhizobium відповідають *nif*-гени. Перенесення *nif*-генів у генетичний апарат рослин будь-якої родини вирішило б важливу агробіотехнологічну проблему. Однак поки що вдалося реалізувати дещо інший підхід, який дає змогу підсилити азотфіксувальні властивості симбіонта буркуну (Rhizobium melifoti) збільшенням у ньому кількості *nif*-генів.

Упровадження трансгенних рослин почалося в усьому світі у 1986 р. Нові характеристики, які можуть бути надані трансгенним рослинам, поділяють на дев'ять груп, не враховуючи дедалі зростаючого спектра генно-інженерних можливостей. Це стійкість до гербіцидів, хвороб, вірусів, комах, якісні характеристики, колір квіток, чоловіча стерильність та відновлення фертильності, стійкість до стресів та важких металів.

Крім сподівань виникають питання про існування потенційного ризику при використанні генетично модифікованих сортів. Зокрема:

- чи не будуть рослини, створені методами генної інженерії шкідливо впливати на інші організми?;
- чи не призведе створення і впровадження генетично модифікованих рослин до зменшення природного генетичного різноманіття через інтрогресію трансгенів?

Нині на ці питання немає однозначної відповіді, тому впровадженню і використанню у виробництві трансгенних сортів має обов'язково передувати детальне вивчення і сортовипробування, як і генетично немодифікованих сортів.

Контрольні запитання і завдання

1. Яку роль відіграла примітивна, народна і промислова селекція у розвитку землеробства? **2.** Вплив наукових праць Ч. Дарвіна на розвиток селекційної науки. **3.** Коли і де були засновані перші селекційні установи в Україні? **4.** Що дала генетика для подальшого розвитку селекції? **5.** Який внесок у розвиток теорії і практики селекції зробили російські генетики-селекціонери І.В. Мічурін, М.І. Вавилов? **6.** Назвіть сучасні наукові установи в галузі селекції і насінництва та видатних селекціонерів України. **7.** Які ви знаєте міжнародні селекційні центри, що працюють за комплексними програмами створення сортів різних культур, і які наслідки їх роботи? **8.** Назвіть основні напрями селекції польових культур. **9.** Значення сучасної біотехнології у прискоренні й поліпшенні селекційного процесу?

Розділ 2
ВЧЕННЯ ПРО СОРТ І ВИХІДНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН

2.1. Роль сорту в інтенсифікації землеробства

Сільськогосподарське виробництво є особливою сферою розвитку життя рослин, що якісно відрізняється від природного середовища, в якому впродовж мільйонів років відбувалася еволюція життя. Це середовище знарядь і засобів виробництва, предметів праці, технологічних процесів. Виробниче середовище динамічне, що виявляється у зміні родючості ґрунту, меліорації, хімізації, механізації, спеціалізації і, отже, в інтенсифікації всіх процесів. Воно впливає на особливий характер еволюції культурних рослин переважно через селекцію.

Основний шлях розвитку сучасного землеробства полягає не в збільшенні площі орних земель, а в поліпшенні їх використання завдяки інтенсивним технологіям. Виробництво продукції рослинництва зростає переважно за рахунок підвищення врожайності сільськогосподарських культур, важливим чинником якого є використання високопродуктивних сортів. У сучасному землеробстві — це найдоступніший спосіб збільшення виробництва продукції всіх сільськогосподарських культур. Специфічною функцією селекції є створення нових сортів рослин для підвищення виробництва сільськогосподарської продукції. Наприклад, із застосуванням зрошення, внесенням високих доз мінеральних добрив та інших агротехнічних заходів різко зростає врожайність зернових культур. Проте подальше її зростання обмежується виляганням хлібів. Ідентифікація і введення в селекцію генів карликовості від японського сорту Норін 10, а також генів, отриманих у результаті індукованого мутагенезу, дали можливість селекціонерам створити серію сортів пшениці з високим потенціалом продуктивності, стійких до вилягання. Впровадження у виробництво низькорослих сортів пшениці в Мексиці, Індії, Пакистані, на Філіппінах у 60-х роках XX ст. зумовило подвоєння виробництва зерна за короткий період.

Використання домінантних генів карликовості в селекції жита сприяло створенню короткостеблових високопродуктивних сортів цієї екстенсивної культури.

Карликові сорти рису за умов інтенсивної агротехніки забезпечують збирання зерна 100 – 120 ц/га і більше.

Створення і впровадження у виробництво сортів і гібридів однонасінних цукрових буряків дало можливість значно змінити технологію їх вирощування.

За умов інтенсифікації землеробства і впровадження високопродуктивних сортів значно скоротилися строки сортозміни. Термін використання сорту у виробництві, особливо зернових культур, скорочується до 5 – 6 років. Старі сорти замінюються новими, продуктивнішими.

При інтенсифікації виробництва зростає концентрація матеріальних і технічних ресурсів на одиницю площі. Перед селекцією постає проблема створення таких сортів сільськогосподарських культур, які можуть з високою віддачею окупити ці додаткові витрати.

З кожною сортозаміною у виробництві надходять сорти з поліпшеними господарськими й біологічними властивостями. Впровадження у виробництво таких сортів зумовлює більш повне використання зростаючого виробничого потенціалу землеробства. Сорт і технологія є біологічним потенціалом поля.

Розглянемо значення сорту і технології його вирощування в інтенсифікації землеробства (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. **Залежність урожайності сортів озимої пшениці від технології їх вирощування у Миронівському інституті пшениці ім. В.М. Ремесла УААН,** ц/га (за В.І. Русановим та А.Г. Твердохлібом, 2002 – 2005), ц/га

Сорт	Інтенсивна технологія	Традиційна технологія	Додаток до урожайності за інтенсивної технології
Миронівська 65	59,6	67,1	6,2
Крижинка	59,3	66,8	7,5
Миронівська 67	57,8	66,9	9,1

Впровадження у виробництво сортів інтенсивного типу з високим потенціалом продуктивності значно зменшує трудові затрати при їх вирощуванні. Так, при вирощуванні цукрових буряків за традиційною технологією в середньому витрачається 300 люд.-год/га, а за інтенсивною – близько 170, при вирощуванні картоплі — відповідно 253 і 110; льону-довгунцю — 190 і 140; кукурудзи на 1 ц зерна — 2,25 і 1,0 люд.-год/га.

Селекціонери створили нові сорти цукрових буряків, соняшнику, зернових та інших культур з високим потенціалом продуктивності, які застосовуються за умов інтенсивного землеробства.

2.2. Поняття про сорт

У практичній діяльності і особливо в організації селекційно-насінницької роботи потрібно мати чітке визначення поняття сорту.

Сортом називають різновид культурних рослин з певними спадковими ознаками і властивостями, цінними в господарському відношенні (В.М. Насипайко). Часто сорт сприймають як найнижчу систематичну одиницю, тобто форму. В систематиці рослин поняття форма і сорт не завжди збігаються. У місцевих сортах можна знайти форми, різновиди не тільки одного, а й різних видів.

В.Я. Юр'єв визначив сорт як групу (сукупність) культурних рослин, створену людиною для забезпечення своїх потреб, яка має певну спадковість і мінливість, зокрема біологічні та господарські особливості, за яких сорт може в певному районі давати високу за кількістю і якістю продукцію.

Більш повне визначення сорту належить Г.В. Гуляєву і Ю.Д. Гужову: *сортом* називають групу подібних за господарськими і біологічними властивостями і морфологічними ознаками культурних рослин, відібраних і розмножених для вирощування за відповідних природних і виробничих умов з метою підвищення врожайності та якості продукції.

О.О. Созінов визначив сорт або гібрид як створену людиною саморегулювальну систему, що забезпечує вищий рівень врожаю кращої якості в результаті ефективнішого використання чинників середовища, в тому числі й сонячної енергії, за незначного зростання енергетичних витрат на створення відповідного агрофону.

Закон України «Про охорону прав на сорти рослин» визначає сорт як штучно відібрану сукупність рослин у межах одного і того самого ботанічного таксона з притаманними їм біологічними властивостями, що характеризують їх спадковість, яка має хоча б одну відмінність від відомих сукупностей рослин того ж ботанічного таксона і може вважатися єдиною з погляду придатності для відтворення сорту. Категорія сорту — клон, лінія, гібрид, популяція.

Дикі форми рослин або штучно виведені за допомогою різних способів форми культурних рослин можуть стати сортом тільки тоді, коли вони відповідатимуть вимогам виробництва і задовольнятимуть потреби людини не тільки за кількістю, а й за якістю продукції. Сорти навіть однієї культури відрізняються між собою за господарськими і біологічними властивостями. Вони можуть мати неоднаковий вегетаційний період, різні зимо- і посухостійкість, стійкість до хвороб і шкідників. Різний вміст органічної речовини визначає різне господарське призначення сортів рослин, які належать до одного ботанічного виду. Так, є сорти ячменю, картоплі, які мають кормове, технічне і продовольче призначення. Різні сорти однієї

культури по-різному реагують на умови й агротехнічні способи вирощування. Отож, між сортом і ботанічною формою існують докорінні відмінності.

Нині методи створення сортів та їх оцінка ґрунтуються на даних генетики, фізіології, біохімії, продуктивності і стійкості до дії стресових чинників середовища. Селекція на продуктивність пов'язана з відбором генотипів з високою інтенсивністю і чистою продуктивністю фотосинтезу. Все це доповнює поняття сорту.

Отже, *сорт* — це саморегулювальна біологічна система рослин однієї культури одного походження, які подібні за господарськими і біологічними властивостями і морфологічними ознаками. Система сформована і розмножена для одержання високого врожаю хорошої якості в результаті ефективного використання чинників зовнішнього середовища при вирощуванні за певних природних і виробничих умов.

Тривожна екологічна й енергетична ситуація, яка складається в сільському господарстві, доводить, що отримувати високі і сталі врожаї всіх культур можна лише за наявності у виробництві сортів, адаптованих до різних ґрунтово-кліматичних умов. Сорт є важливим чинником середовища. Вирощування стійких до хвороб і шкідників сортів зумовлює зменшення використання пестицидів.

Класифікація сортів за походженням та способом їх виведення. За походженням сорти сільськогосподарських культур можна поділити на дві групи: місцеві й селекційні.

Місцеві сорти створюються в результаті дії природного і найпростіших способів штучного добору при вирощуванні культури в конкретній місцевості впродовж десятиліть і навіть століть.

Унаслідок свого походження місцеві сорти добре пристосовані до ґрунтово-кліматичних умов певного регіону. Більшість місцевих сортів багатьох культур морфологічно й генетично неоднорідні, часто складаються з різних ботанічних різновидів і навіть видів.

Місцеві сорти, створені народною селекцією, мали величезне значення в землеробстві до початку XX ст., а за деякими культурами — і нині. Як правило, місцеві сорти мали високу посухо- і зимостійкість, стійкість до хвороб і шкідників та інших несприятливих чинників середовища. Це відомі сорти пшениці Банатки, Сандомирки, Полтавки, Кримки, сорти жита В'ятське, Таращанське; Херсонський і Шатилівський овес, псковські кряжі льону-довгунцю. Деякі місцеві сорти конюшини червоної відомі під назвою кряжів. Найпоширенішими були Ярославські, Кіровські кряжі та інші місцеві сорти.

Ще на 1990 р. у кількох областях України залишалися районовані місцеві сорти деяких кормових культур.

У основних добре відселектованих сільськогосподарських культур місцеві сорти тепер втратили виробниче значення, але є цінним вихідним матеріалом для селекції.

Селекційні сорти створюються, як правило, на основі наукових методів селекції. Селекційні сорти вирівняні за генетичними, морфологічними ознаками і господарськими та біологічними властивостями. Серед основних сільськогосподарських культур нині у виробництві поширені лише селекційні сорти.

За способами виведення сорти можна поділити на кілька груп: сорти лінійного походження, сорти-популяції, сорти-клони та сорти гібридного походження.

Сорт лінійного походження, або *лінійний сорт*, є розмноженим потомством однієї елітної рослини, одержаної методом індивідуального добору з природної чи штучної популяції. Лінійний сорт характеризується високою вирівняністю рослин за всіма ознаками і властивостями. Внаслідок природного перезапилення, мутацій, механічного засмічення однорідність сорту лінійного походження може втрачатися.

Цінні лінійні сорти було виведено на першому етапі наукової селекції методом індивідуального добору з місцевих сортів: озима пшениця — Українка, Кооператорка, Ульянівка; овес — Радянський, Лохівський; ячмінь — Вінер, Нутанс 187. Свого часу ці сорти мали важливе значення для збільшення виробництва зерна. Нині у виробництві кількість сортів лінійного походження незначна.

Сорти-популяції є сукупністю подібних за морфологічними ознаками, але спадково неоднорідних рослин перехресно- або самозапильної культури. Створюють їх методом масового добору з природної чи гібридної популяції або змішуванням спеціально підібраних ліній.

Усі сорти перехреснозапильних культур є популяціями. З погляду генетичної структури вони мають вищу гетерогенність порівняно з сортами-популяціями самозапильних культур. Більшість сортів-популяцій у польових умовах досить однорідні за фенотипом. Ця однорідність підтримується в процесі насінництва методами добору. Місцеві сорти самозапильних культур також є популяціями.

Сорти-клони є потомством однієї рослини вегетативно розмножуваних культур (картопля, топінамбур, часник тощо). Одержана індивідуальним клоновим добором і розмножена вегетативним способом рослина дає сорт з високою вирівняністю за генетичними і морфологічними ознаками та господарськими і біологічними властивостями. Сорти-клони можуть змінюватися внаслідок природного мутагенезу (соматичні, або брунькові, мутації).

Сорти гібридного походження створюються в результаті внутрішньовидової або віддаленої гібридизації з наступним відбором з гіб-

ридної популяції. Гібридизація дає можливість розширити процес формотворення, підвищує генетичну мінливість за комплексом біологічних і господарських властивостей. Нині гібридизація є основним методом створення вихідного матеріалу переважної більшості сільськогосподарських культур.

Більшість сортів озимої пшениці ярого ячменю, гороху, вівса, озимого ячменю мають гібридне походження.

Сорти гібридного походження самозапильних культур менш вирівняні за спадковістю, ніж лінійні. Згідно із законами Менделя, в гібридній популяції самозапильних культур гетерозиготність у локусі *Aa* зменшуватиметься на 50 % у кожному поколінні. Добираючи однакові фенотипи, селекціонер відбирає як гомозиготи (*AA*), так і гетерозиготи (*Aa*). Бажаної гомозиготності за певним локусом можна досягти через m поколінь, що дають розщеплення, тобто за формулою $(2m - 1) : 2m$. Якщо добір проводитиметься навіть до сьомого покоління, то гомозиготність становитиме 98,43 %. Тому при повторному доборі з сорту гібридного походження іноді можна створити новий сорт. Прикладом може бути виведення сорту озимої пшениці Українка одеська у Селекційно-генетичному інституті (М.А. Литвиненко та ін.). У насіннєвому розсаднику РВ2 сорту Альбатрос одеський методом індивідуального добору було виділено сім'ю, яка дала початок сорту Українка одеська. Сорт високопластичний, завдяки чому висівається в усіх зонах України та за її межами.

Переважна більшість сортів самозапильних культур, занесених до Реєстру сортів рослин України (пшениці, ячменю, гороху, проса тощо), має гібридне походження.

Вимоги виробництва до сорту. Сорт як засіб сільськогосподарського виробництва застосовують для підвищення врожайності та якості продукції сільськогосподарських культур.

Ґрунтово-кліматичні й агротехнічні умови вирощування, напрями використання культури визначають вимоги виробництва до сортів. Для сортів усіх сільськогосподарських культур ці вимоги можна звести до кількох основних груп: висока і стійка врожайність по роках; стійкість до несприятливих умов середовища; висока екологічна пластичність, що забезпечує високу врожайність за сприятливих умов вирощування та підвищення нижнього порогу її за екстремальних умов; тривала і особливо комплексна стійкість до хвороб і шкідників; придатність до інтенсивної технології, механізованого вирощування, збирання та переробки; висока якість продукції, заради якої культивується сорт.

Для будь-якої окремої культури перелік вимог можна значно збільшити. Так, для озимої пшениці М.І. Вавилов визначив вимоги за 52 ознаками.

Створення моделі майбутнього сорту. Теоретичне і експериментальне обґрунтування перспективних моделей сортів сільськогосподарських культур — один із головних напрямів спільної взаємодії генетики, фізіології, біохімії і селекції рослин. Особливо інтенсивно він розвивається упродовж двох останніх десятиліть. Досягнутий у цьому напрямі прогрес пов'язаний з розвитком теорії фотосинтетичної продуктивності, з вивченням генетичної природи стійкості до хвороб і несприятливої дії чинників середовища, з розробленням нових методів селекції.

Модель сорту — це науковий прогноз, що передбачає, якими мають бути сорт і окремі ознаки його рослин, щоб за заданих умов вирощування найкраще задовольнити вимоги виробництва до певної культури. Головними з вимог залишаються максимальна і стабільна врожайність, висока якість продукції.

Такий підхід неновий, оскільки селекціонер завжди певною мірою бачить ідеал майбутньої рослини. На перших етапах селекції для цілеспрямованого пошуку вихідного матеріалу, вибору методів роботи потрібне обґрунтування моделі сорту, який зміг би реалізувати свій генетичний потенціал за умов середовища того регіону, для якого він призначається.

Створення моделі сорту є одним із способів забезпечення екологічної (адаптивної) цілеспрямованості селекції, оскільки модель передбачає не тільки певний набір ознак рослин, а й умови реалізації генетичного потенціалу, варіювання ознак, фізіолого-біохімічні основи забезпечення високої і стабільної продуктивності в регіоні.

Мрією селекціонерів залишається створення сортів, стійких до дії несприятливих абіотичних і біотичних чинників. Досі немає жодного сорту і навіть виду в природі, який був би стійким до дії будь-якого несприятливого чинника. Тому в моделі сорту обов'язково передбачається підвищення стійкості до хвороб, шкідників та інших чинників, що знижують урожайність.

Стратегією сучасної селекції стає керування продукційними процесами. Удосконалення генетико-селекційних методів дає змогу одержати практично будь-яку рекомбінацію генотипу і створити форми з надзвичайно високим потенціалом урожайності.

Найреальніше підвищення продуктивності сортів відбувається за рахунок збільшення частки біомаси рослини, що припадає на цінні господарські продуктивні органи. Тому в більшості випадків моделі сортів містять перелік цінних господарських ознак та їх допустиму мінливість. Розглянемо це положення на прикладі ячменю.

В Україні ячмінь вирощують в усіх природно-кліматичних зонах. У Південному Степу поширені кормові сорти, ярі й озимі, посіви яких займають частину посівних площ і в Північному Степу. В Пів-

нічному Степу, Лісостепу і на Поліссі можна вирощувати сорти пивоварного напряму інтенсивного типу. Усі ці умови потребують створення своїх найпристосованіших сортів. Принципи розрахунку параметрів сорту і можливої урожайності наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2. **Параметри майбутніх сортів ячменю за умов інтенсивного землеробства** (за П.Х. Гаркавим і А.А. Лінчевським)

Цінні господарські ознаки	Ярий ячмінь		Озимий ячмінь
	пивоварний	кормовий	
Урожайність, ц/га	70 – 75	65 – 70	75 – 80
Структура врожаю:			
продуктивна кущистість, шт. колосів	2,5 – 3	2 – 2,5	2,2 – 2,5
кількість зерен у колосі, шт.	20 – 22	20 – 22	32 – 35
маса 1000 зернин, г	42 – 46	48 – 52	41 – 45
Стійкість до вилягання, балів	5	5	5
Висота стебла, см	70 – 80	90 – 100	95 – 105
Показники якості зерна, %:			
крохмаль	65 – 70	60 – 65	60 – 65
білок	9 – 10	15 – 16	14 – 15
екстрактивність	80 – 82	–	–

Рівень урожайності будь-якої культури визначається кількістю рослин на одиницю площі і продуктивністю однієї рослини. У зернових культур урожайність складається з багатьох елементів. Тому в моделі сорту зазначають параметри всіх елементів. Важливим напрямом подальшого підвищення потенціальної продуктивності сортів сільськогосподарських культур є генетико-селекційне вдосконалення фотосинтетичного апарату рослин, підвищення чистої продуктивності фотосинтезу. Зміна цих функцій зумовлює одночасно зміну морфологічної структури рослин.

У зернових культур стебло має бути коротким, міцним, стійким до вилягання. Співвідношення соломи й зерна наближається до 1 : 1. Листя прямостояче, вкорочене, з добре розвиненим верхнім листком і довгим періодом його фотосинтетичної активності. Така форма листя забезпечує краще проникання світла в посіви, менше взаємне затінення рослин. Чиста продуктивність фотосинтезу й загальна продуктивність у таких сортів зростає на 25 – 30 % порівняно з сортами із звичайним листям. З таким типом листя виведено сорти рису, сорго, кукурудзи. Селекціонери багатьох країн ведуть роботу, пов'язану зі створенням сортів пшениці з таким типом листя.

2.3. Поняття про вихідний матеріал у селекції рослин

Вихідним матеріалом у селекції рослин є все те, що селекціонер може використати у своїй практичній роботі з різних рослинних форм, що культивуються, або дикорослих для створення нових сортів, які б відповідали меті селекційної програми.

Селекційна робота завжди починається з формування і всебічного вивчення вихідного матеріалу. Чим більший і різноманітніший вихідний матеріал, тим результативнішою буде селекційна робота.

Вивчаючи головні завдання селекції рослин і шляхи їх реалізації, М.І. Вавилов особливе значення приділяв проблемі створення вихідного матеріалу. По суті, він уперше в історії рослинництва чітко сформулював необхідність мобілізації генетичних ресурсів усіх культурних рослин та їх диких родичів для потреб селекції. М.І. Вавилов був організатором збирання і планомірного вивчення сортових рослинних ресурсів в усіх куточках земної кулі. Створена ним і його послідовниками світова колекція сільськогосподарських культур, сконцентрована у ВІР, є одним із унікальних зібрань видів вихідного матеріалу.

У сучасній селекції вихідним матеріалом можуть бути: природні популяції, селекційні сорти вітчизняної й зарубіжної селекції, гібридний матеріал, інцухт-лінії, мутантні й поліплоїдні форми та ін. Особливості та методи отримання вихідного матеріалу розглянемо детальніше.

І. *Природні популяції* — досить великий вид натурального матеріалу. До них належать дикорослі форми, місцеві сорти. Популяції є групою добре пристосованих до умов вирощування особин, що відрізняються одна від одної за спадковістю. Джерелом спадкової мінливості в популяції є мутаційна й комбінативна мінливість.

ІІ. *Селекційні сорти* вітчизняної і зарубіжної селекції є цінним вихідним матеріалом. Їх можна використовувати для масового або індивідуального добору нових форм, а також для створення гібридних популяцій. Особливо цінні селекційні сорти сільськогосподарських культур часто використовуються як донори окремих ознак (висота рослин, імунітет, вміст білка, крохмалю, цукру тощо).

ІІІ. *Гібридні популяції* створюють внутрішньовидовою і віддаленою гібридизацією. Для цього проводять прості парні, зворотні, насичувальні, складні, східчасті схрещування. Комбінативна мінливість при гібридизації дає можливість поєднувати в гібридах ознаки і властивості батьківських форм. При гібридизації відбувається значний формотворний процес. Тому гібридні популяції є цінним вихідним матеріалом, а гібридизація стала найпоширенішим методом створення вихідного матеріалу.

IV. *Самозапилені лінії, або інцухт-лінії (інбредні),* в селекції на гетерозис є цінним вихідним матеріалом. У перехреснозапильних культур багаторазовим примусовим самозапиленням одержують самозапилені лінії. Схрещування таких ліній із сортами або між собою дає значно вищий ефект гетерозису, ніж міжсортові схрещування.

V. *Мутантні* і *поліплоїдні форми* — цінний вихідний матеріал для селекційної роботи, а експериментальний мутагенез і поліплоїдія — ефективні методи створення вихідного матеріалу.

Інтродукція рослин. Дикорастучі рослини були первинним джерелом для створення культурних сортів. Природна флора забезпечує генофонд, який залучається до селекційної роботи для створення потрібних виробництву сортів. Момент, коли людина почала відбирати і вирощувати рослини для своїх потреб, і був початком інтродукції. Не вдаючись до складних проблем інтродукції, розглянемо її з позиції практичної селекції.

Інтродукція — цілеспрямоване введення в культуру в певному ґрунтово-кліматичному районі нових культур, видів, сортів і форм, які в ньому раніше не культивувалися, а також нових ознак (генів).

За великої різноманітності ґрунтово-кліматичних умов на території нашої країни в попередні часи вирощувався обмежений набір рослин. Розвиток виробничих сил потребував його розширення і поліпшення. Такі культури, як кукурудза, картопля, соняшник, бавовник та ін., з'явилися не тільки в нашій країні, а й в усіх країнах Європи та Азії внаслідок їх інтродукції з Америки.

Теоретичні основи інтродукції виклав М.І. Вавилов. Він визначив три види інтродукції: 1 — завезення нових культур; 2 — завезення і впровадження нових існуючих сортів; 3 — завезення нових ознак існуючих культур і сортів (інтродукція генів).

Слід також розрізняти *натуралізацію* і *акліматизацію* сортів. Натуралізація полягає в тому, що новий завезений сорт пристосовується до місцевих умов і дає високу продуктивність, а акліматизація — у тому, що більшість біотипів завезеної популяції гине і потрібна певна робота з пристосування її до нових умов.

Завезення вихідного матеріалу із-за кордону часто супроводжується інтродукцією карантинних хвороб і шкідників (колорадський жук, амброзія тощо), тому потрібно суворо дотримуватися карантинних заходів.

Країни з розвиненим сільським господарством рідко інтродукують селекційні сорти, які перенесені в інші ґрунтово-кліматичні умови, часто поступаються перед сортами власної селекції. Тому в багатьох країнах (і в Україні) проводиться міжнародне екологічне сортовипробування.

Країни з подібними ґрунтово-кліматичними умовами обмінюються кращими селекційними сортами. Так, в Державному реєстрі сор-

тів рослин України є сорти картоплі, ячменю, вівса, гороху та гібриди кукурудзи, соняшнику, цукрових буряків, овочевих культур зарубіжної селекції. За результатами державного сортовипробування їх перелік постійно оновлюється. У зарубіжних країнах використовують сорти української селекції.

Останнім часом селекціонери широко застосовують інтродукцію заради окремих ознак інтродукованих форм чи сортів, які можуть бути донорами генів стійкості до хвороб і шкідників, скоростиглості, якості продукції тощо. У цих випадках селекціонера цікавить один або група генів, а не весь генотип. Тому такі форми використовують для різних схрещувань.

Значний внесок у розроблення теорії і практики інтродукції зробив І.В. Мічурін. Зазнавши невдачі при поступовому пристосуванні південних сортів плодових культур до кліматичних умов середньої смуги Росії, він спробував за допомогою прищеплювання південних сортів до холодостійкої дички розв'язати проблему інтродукції через акліматизацію. І.В. Мічурін допускав, що під впливом підщепи і чинників середовища щеплені форми швидше пристосовуються до різкоконтинентального клімату, а насіння з плодів дасть сіянці, з яких можна відібрати форми, кращі за місцеві. Проте цей метод позитивних результатів не дав. Перейшовши до схрещування географічно віддалених форм, І.В. Мічурін добився значних успіхів у створенні сортів, пристосованих до умов середньої смуги Росії, які мали добрі смакові властивості південних сортів.

М.І. Вавилов науково обґрунтував теорію інтродукції рослин у своїх працях «Закон гомологічних рядів у спадковій мінливості» та «Центри походження культурних рослин». Вивчення та аналіз спадкової мінливості різних систематичних груп рослин дали можливість М.І. Вавилову сформулювати закон гомологічних рядів у спадковій мінливості (або закон паралельної мінливості). Вперше цей закон учений сформулював у 1920 р. у доповіді на III Всеросійському з'їзді селекціонерів у Саратові.

Згідно з цим законом генетично близькі види й роди характеризуються подібними рядами спадкової мінливості з такою правильністю, що, знаючи ряд форм у межах одного виду, можна передбачити появу паралельних форм в інших видів і родів. Що ближче вони генетично в загальній системі, то повнішою є схожість у рядах їх мінливості. Крім того, цілі роди рослин характеризуються певним циклом мінливості, яка проходить через усі види, що утворюють ці родини.

Ілюстрацією до закону можуть бути дані, наведені в табл. 2.3, де зазначено схожість спадкової мінливості деяких ознак у межах родини злакових.

Таблиця 2.3. **Загальна схема спадкової мінливості ознак родини Gramineae (Poaceae)**

Показник	Ознака	Пше-ниця	Жи-то	Овес	Про-со	Со-рго	Ку-ку-ру-дза	Рис	Пи-рій	Яч-мінь
Суцвіття	Остистість:									
	остисте	+	+	+	–	+	–	+	+	+
	безосте	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	короткоостисте	+	+	+	+	+	–	+	+	+
	з деформованими остюками	+	+	–	–	–	–	–	–	+
Зерно	Плівчастість:									
	плівчасте	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	голе	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Забарвлення:	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	біле	+	+	–	+	+	+	+	+	+
	червоне	+	+	+	+	–	+	+	+	+
	зелене (сіро-зелене)	+	+	–	–	+	+	+	–	+
		+	+	–	–	+	+	+	+	+
	чорне	+	+	+	–	–	+	+	–	+
	фіолетове	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Форма:	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	округла	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	видовжена	+	–	–	+		+	+	–	+
	Консистенція:									
	склоподібна									
	борошниста (крохмалиста)									
	воскоподібна									
Біологічна властивість	Спосіб життя:								Багаторічна рослина	
	озимий	+	+	+	–	–	–	+		+
	ярий	+	+	+	+	+	+	+		+
	напівозимий	+	+	+	+	+	+	+		+
	Вегетаційний період:									
	пізньостиглі	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	ранньостиглі	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Екологічний тип:									
	гігрофіти	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	ксерофіти	+	+	+	+	+	+	–	+	+
	Чутливість до добрив:									
	висока	+	+	+	–	–	+	+	–	+
	низька	+	+	+	–	–	+	–	–	+
	Висота рослин:									
	високі	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	середні	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	карликові	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Перелік ознак можна значно розширити, як це зробив М.І. Вавилов, ілюструючи мінливість у межах роду Triticum.

Сформульований В.І. Вавиловим закон гомологічних рядів має не тільки важливе теоретичне, а й практичне (особливо для селекції) значення. Він вважав, що в законі гомологічних рядів виявляється схожість у мутаційному процесі. Вчений також ураховував, що нові методи експериментальної генетики реально розкривають безмірну складність генотипів у межах виду, які створюють величезний потенціал для формотворення.

Знаючи мінливість ознак у межах родини, селекціонер може передбачити існування або можливість створення подібних форм у споріднених видів.

Наприклад, наявність безостих різновидів у м'якої пшениці свідчила про існування подібних у твердої. М.І. Вавилов знайшов безості форми твердої пшениці в Абіссінії (нині Ефіопія). Гібридизацією остистих форм твердої з безостими формами м'якої пшениці О.П. Шехурдін одержав безості форми твердої пшениці.

Ф.Г. Кириченко так само створив сорти озимої твердої пшениці, в якої до того часу були відомі тільки ярі форми.

Закон гомологічних рядів має важливе значення і в систематиці. Його використання допомагає орієнтуватися в різноманітності форм у межах окремих споріднених груп.

2.4. Центри походження і формотворення культурних рослин

Вивчаючи внутрішньовидову мінливість, М.І. Вавилов дійшов висновку, що вид є складною морфофізіологічною системою взаємозв'язаних еколого-географічних рас, які виникають на основі генотипової диференціації частин виду. На основі вивчення ареалу виду, загальної системи мінливості із застосуванням закону гомологічних рядів і географічної мінливості, сортової і видової різноманітності М.І. Вавилов створив теорію центрів походження культурних рослин. У його теорії обґрунтовано наявність первинних і вторинних центрів. Первинні центри пов'язані з стародавніми осередками цивілізації і місцями первинного вирощування та селекції рослин, а вторинні — з подальшими періодами культури землеробства.

Успіхи в селекційній роботі з використанням віддаленої гібридизації, мутагенезу, поліплоїдії та інших методів зумовили створення у другій половині XX ст. унікальних сортів, нових видів сільськогосподарських культур (Triticale), що дає змогу говорити про виникнення третинних центрів формотворення культурних рослин.

Узагальнюючи результати численних експедицій, М.І. Вавилов у 1940 р. опублікував працю «Учение о происхождении культурных

растений после Ч. Дарвина», в якій описав сім головних центрів походження культурних рослин. Ці центри визнали біологи всього світу (табл. 2.4).

Таблиця 2.4. **Центри походження культурних рослин та їх осередки** (за М.І. Вавиловим, 1940)

Центр (область) походження	Країна, географічний район	Осередок походження всередині центру
Південноазійський тропічний	Тропіки Індії, Індокитай, Південний тропічний Китай, острови Південно-Східної Азії (Малайський архіпелаг)	1. Індійський 2. Індокитайський, у тому числі Південний Китай 3. Острівний, у тому числі Малайський архіпелаг
Східноазійський	Центральний і Східний Китай, Тайвань, Корея, Японія	1. Китайський 2. Японський
Південно-західноазійський	Мала Азія (Анатолія), Сирія, Палестина, Ірак, Афганістан, Середня Азія, Північно-Західна Індія, Пакистан, Кавказ	1. Кавказький 2. Передньоазійський, у тому числі Середня Азія 3. Північно-західноіндійський
Середземноморський	Країни Середземномор'я	—
Абіссінський (Ефіопський)	Ефіопія	—
Центральноамериканський	Країни Центральної Америки	1. Гірський Південномексиканський 2. Центральноамериканський 3. Вест-індський острівний
Андійський	Охоплює Андійський хребет	1. Андійський 2. Чілоанський 2. Ботанський (у Східній Колумбії)

Основою вчення про походження культурних рослин на континентах земної кулі є фундаментальні дослідження М.І. Вавилова, викладені в його численних працях. Пізніше було опубліковано нові дані, які стосуються переважно генетичних основ походження культурних рослин. Ботанічно-географічні основи походження, визначені М.І. Вавиловим, залишаються незмінними.

Учення М.І. Вавилова про центри походження культурних рослин розвивали його послідовники, а нині продовжують науковці ВІР. Для цього проводилися і проводяться численні експедиції зі збирання і вивчення світового генетичного фонду культурних рослин для селекції. Це дало змогу П.М. Жуковському розширити вчення про центри.

У вітчизняній літературі нині користуються класифікацією виділених М.І. Вавиловим центрів походження культурних рослин, яка була доповнена П.М. Жуковським до 12. Розглянемо її з переліком походження найважливіших культур.

1. ***Китайсько-Японський центр*** досить великий, він охоплює територію, яку займають Китай, Тайвань, Корея та Японія.

Особливості клімату (від сухого, різкоконтинентального до тропічного), нагірний характер території, вертикальна зональність створили екологічну різноманітність і поліморфізм багатьох родів рослин.

У північній частині Китаю трапляється більшість видів груші, яблуні, сливи, вишні, абрикосів та інших плодових дерев.

Світове рослинництво із зони субтропіків Південно-Східної частини Китаю ввело в культуру китайські ранньостиглі багатоквіткові й широколисті м'які пшениці, багаторядні, низькорослі, плівчасті і голозерні ячмені, просо, чумизу, пайзу, гаолян, голозерний багатоквітковий овес, квасолю, сою, коротковолокнистий підвид бавовнику, ранньостиглі сорти рису, ендемічні форми маку, конопель тощо.

Культурні рослини Японії запозичені переважно з Китаю, але селекція тут досягла вищого рівня, ніж у Китаї. В Японії трапляється велика різноманітність селекційних форм капусти, редьки, вишні, мандаринів та інших культур. Тому Японія стала вторинним генетичним центром під впливом Китаю.

Через велику кількість (понад 20 000) видів рослин Китайсько-Японський центр М.І. Вавилов поставив на перше місце.

2. ***Індонезійсько-Індокитайський центр*** має велику територію і охоплює Індокитай (В'єтнам, Лаос, Камбоджу, Таїланд, Бірму, Індонезію), Філіппінські острови, острів Цейлон (Шрі-Ланка) та острови Малайського архіпелагу. З цього центру походять численні субтропічні рослини: основні види бананів, кокосова і цукрова пальма, манго, бамбук, деякі види цукрової тростини, хлібне дерево тощо.

На Філіппінських островах виявлено ендомічний тетраплоїдний багаторічний вид рису (Oryza minuea). Звідси походять яванський підвид рису посівного, чорний перець та інші культури.

3. ***Австралійський центр*** займає територію всього австралійського континенту. Його багата флора на дві третини представлена ендемічними видами. В Австралії виявлено понад 20 ендемічних видів тютюну, стійких до хвороб. Ці види цінні для гібридизації з культурними сортами, для одержання гібридів, стійких до хвороб. Серед ендемічних видів бавовнику виявлено два дикорослих види (Gossypium sturtii і Gossypium robinsonii), стійкі до хвороб. В Австралії сконцентровано майже всі види роду евкаліптів і велику кількість видів акації.

4. ***Індостанський центр*** охоплює Південно-Західну Індію. Тут сконцентровано величезну різноманітність культурних і диких видів рису. Звідси введено в культуру апельсини, мандарини, цукрову тростину, нут, кунжут, кенаф, багато овочевих культур.

5. ***Середньоазійський центр*** складається з гірських районів Північно-Західної Індії та Афганістану, Таджикистану, Узбекистану і західної частини Тянь-Шаню (частина Казахстану) та низини Туркменистану. З цього центру світовим рослинництвом введено в культуру багато цінних рослин. Звідси походять різноманітні форми м'якої пшениці, карликова і круглозерна пшениця, дрібнонасінні форми гороху, сочевиці, чини. З овочевих культур — цибуля (частково), часник, морква (жовта). Значна внутрішньовидова різноманітність характерна для винограду, абрикосів, дині, бавовнику (гузу) та інших культур.

6. ***Передньоазійський центр*** у географічному розумінні є сукупністю таких територій: Іран, Закавказзя, Сирія, Палестина, Аравія, а також гірська частина Туркменистану. Цей центр має велике значення в історії культурних рослин.

Закавказзя за своєю природою й історією слід розглядати як окремий центр еволюції культурних рослин. У жодному регіоні світу не існує такої кількості видів пшениці, як у Закавказзі (18 з 23 відомих), з них 8 ендемічних. Виключне значення має Закавказзя як центр різноманітності жита.

У Передньоазійському центрі сформувалися специфічні екологічні типи твердих пшениць, дикі однозернянки, численні види роду Aegilops. Це також батьківщина візантійського вівса, горохоподібного нуту, синьої люцерни (частково), дикого виду буряків (Beta lomatogona). Всі європейські види плодових культур і винограду походять з цього центру.

7. ***Середземноморський центр*** охоплює країни Середземноморського узбережжя: Іспанію (Андалузію і Валенсію), південну частину Португалії, Італію, Південну Грецію, узбережні райони Марокко, Алжиру, Тунісу, Єгипту, острови Середземного моря. З цього центру введено в культуру численні рослини: овочеві — буряк, капусту, салат; синій, жовтий і білий однорічні види люпину, конюшини; візантійський овес; цукровий буряк; лаванду, м'яту; гранат, маслини тощо.

Екологічною особливістю польових культурних рослин Середземномор'я є їх різко виражена крупнонасінність, яка характерна тут для гороху, нуту, сочевиці, кінських бобів, вики, люпину, льону, ячменю, 28-хромосомних видів пшениці.

8. ***Африканський центр*** складається з Африканського континенту і виділеного М.І. Вавиловим Абіссінського центру. Аборигенними рослинами Африки, що ввійшли в культуру, є різні види сорго, африканське просо (Pennisetum tuphoideum), кормовий горох

(Vigna), земляний горіх, голубиний горох (Cajanus indicus), кофе, кунжут, рицина, багаторічне африканське жито (Secale africanum).

Ефіопія є вторинним центром походження тетраплоїдних видів пшениці і культурного ячменю. П.М. Жуковський зазначив, що серед великої кількості різновидів цих культур диких форм не знайдено, і вони були інтродуковані з Азії.

9. ***Європейсько-Сибірський центр*** охоплює країни Європи, європейську частину і райони Сибіру Росії. Роль цього центру в походженні селекційних типів багатьох культурних видів рослин досить велика.

Європа є центром походження цукрових буряків, тут створено кращі селекційні високоцукристі сорти.

Територія колишнього СРСР мала свої багаті ресурси. Це територія найдавнішого формотворення пшениці, жита, ячменю, вівса, льону-довгунцю, конюшини червоної, багатьох плодових культур. Завдяки селекційній роботі в Росії на Кубані створено вторинний генетичний центр соняшнику.

Інші країни Європи відіграють важливу роль у введенні в культуру й селекцію багатьох культурних рослин. Важливу роль у розвитку світового рослинництва відіграли пшениці-дворучки, цукрові буряки, картопля, ріпак (Франція), зимостійкі м'які пшениці (ФРН, Баварія), славнозвісні пшениці-банатки (Угорщина), паннонська вика (Чехія), жаростійкі овочеві культури (Болгарія), селекційні сорти багатьох культур (Швеція, Англія тощо).

10. ***Центральноамериканський центр*** складається з Мексики, Гватемали, Коста-Рики, Гондурасу, Панами. Центральна Америка є частиною великого центру бульбоносних видів картоплі, деяких видів квасолі, перцю. Це також первинний генетичний центр формотворення і походження авокадо, деяких видів какао, бавовнику упланд. Тут сконцентровано багато різноманітних форм кукурудзи.

11. ***Південноамериканський (Перуано-Еквадоро-Болівійський) центр.*** Звідси походять деякі види картоплі, люпину, серед них культурний вид (Lupinus mutabilis), крохмалиста кукурудза (Zea mays amylacea). Перу є первинним генетичним центром походження видів південноамериканської групи соняшнику, єгипетського бавовнику (Gossypium barbadense). Вид картоплі Solanum tuberosum, що займає найбільший ареал на земній кулі, походить з цього центру, зокрема з Чилі й острова Чилое.

12. ***Північноамериканський центр*** охоплює територію США й Канади. В США трапляються в дикому стані види соняшнику, багато видів дикого винограду, що вказує на первинний центр їх формотворення. Звідси також походять види картоплі, тютюну, люпину.

Для Канади в основному характерна висока культура пшениці, ячменю, вівса, льону, багатьох кормових та овочевих культур. Переважна більшість видів, які культивуються в цьому центрі, «переселенці» зі Старого світу.

Описані центри є макроцентрами походження культурних рослин. Крім макроцентрів виокремлюють ендемічні мікроцентри культурних рослин, а також дикорастучих видів, генетично подібних до культурних.

У середніх зонах центрів походження переважають домінантні гени виду, а з віддаленням до периферії збільшується частота поширення рецесивних генів. Значення відкриття цих центрів полягає у визначенні областей первинного формотворення культурних рослин та у можливості виявлення там генофонду, який було втрачено при міграції рослин і селекції. Центри походження культурних рослин одночасно є також центрами найбільшої внутрішньовидової різноманітності цінних для селекції форм.

2.5. Світова колекція рослин та її використання в селекції

Сучасному періоду розвитку вчення про генофонд культурних рослин притаманне ширше розуміння процесів, що забезпечують сформульовані М.І. Вавиловим закономірності еволюції культурних рослин і їх диких родичів. Початa ним робота, пов'язана зі збиранням і створенням світової колекції рослин (банку генів), продовжує колектив ВІР. Світова колекція є сукупністю різноманітних таксонів і генотипів, агроекологічних ознак і властивостей, з яких селекціонери можуть вибирати потрібні їм форми для творчої роботи.

Колекція ВІР охоплює не тільки різноманітні види культурних рослин і їх диких родичів, що існують у природі, а й основний фонд сортів, які постійно створюються світовою селекцією. Ця колекція є фундаментом, цінним генетичним фондом, на основі якого селекційні заклади виводили і виводять нові сорти і гібриди сільськогосподарських культур.

Світова колекція ВІР постійно поповнюється новими цінними зразками. Цей інститут має постійні зв'язки з аналогічними науковими центрами з обміну науковою інформацією і зразками рослин. Вивчення зразків сучасними методами генетики, молекулярної біології, біохімії, генної інженерії і накопичення експериментальних даних перетворює колекцію рослин на генетичну колекцію (генбанк).

Формування Національного центру генетичних ресурсів рослин України започатковано в 1992 р. в Інституті рослинництва

ім. В.Я. Юр'єва. Нині генофонд генетичних ресурсів рослин налічує понад 125 тис. зразків 550 культурних і дикорослих видів. Щорічно генетична колекція поповнюється 10 – 13 тис. зразків. Для забезпечення ефективного доступу до генофонду, зосередженого в зарубіжних генбанках, та обміну інформацією бази даних приєднують до європейського каталогу з генетичних ресурсів рослин EURISCO та міжнародної бази даних WIEWS, що формується відповідно під егідою Міжнародного інституту генетичних ресурсів рослин (IPGRI) та ФАО.

Інформаційна система «Генофонд рослин» Національного центру генетичних ресурсів рослин України має такі бази даних: інтродукційну, паспортну, ознакову, родоводів, насіннєвого фонду.

2.6. Поняття про еколого-географічну систематику рослин. Використання її в селекції

Різноманітний рослинний світ земної кулі становить близько півмільйона видів рослин. Розібратися в цій різноманітності допомагає систематика, яка класифікує рослини, об'єднує їх у певні групи на підставі подібності ознак і однорідності походження. В існуючій нині міжнародній ботанічній класифікації користуються такими таксономічними одиницями: відділ (divisio); тип (phylum); клас (classis); порядок (ordo); родина (familia); рід (genus); вид (species); підвид (subspecies); гілка (proles); різновид (varietas); підрізновид (subvarietas); форма (forma).

Між цими одиницями, від більших до дрібніших, можуть виникати додаткові. Наприклад, у систематиці картоплі після таксономічної одиниці «рід» вводяться менші одиниці: секція (sectio); підсекція (subsectio); серія (serio); у систематиці ячменю — підрід (subgenus).

У систематиці рослин основною елементарною одиницею, яка реально існує в природі, є вид. Це сукупність подібних за морфологією особин, споріднених за походженням і комплексом спадкових ознак. Особини одного виду легко схрещуються між собою і дають плодюче потомство. Вид має систему гарантованої ізоляції від інших завдяки особливостям свого циклу розмноження, несхрещуваності, безплідності гібридів. Кожний вид має певний за кількістю та складом набір хромосом і є генетичною системою. Він відображує існування дискретної еволюції і займає певний ареал.

Ботанічна класифікація має важливе значення для пізнання величезного поліморфізму видів і ботанічних різновидів у межах роду. Проте вона не розкриває належним чином їх цінних господарських ознак і властивостей, що дуже важливі для селек-

ціонерів. Уперше розроблений М.І. Вавиловим диференціально-географічний метод вивчення світової різноманітності сільськогосподарських культур дав змогу провести їх екологічну систематизацію. При цьому враховують еволюцію екотипів, їх пристосованість до умов середовища, морфологічні, імунологічні та інші ознаки й властивості рослин.

М.І. Вавилов ввів у внутрішньовидову систему культурних рослин схему, яка ґрунтується на еколого-географічних принципах:



Екологічні властивості неможливо достатньо повно охарактеризувати методами ботанічної класифікації, оскільки ботанічні ознаки не розкривають суті екологічних властивостей рослин. При екологічній класифікації рослин основним є пізнання умов зовнішнього середовища, необхідних для рослин. Тому в ботанічній і екологічній класифікаціях назви окремих систематичних одиниць відрізняються:

Ботанічна класифікація	Екологічна класифікація
Рід	Рід
Вид	Вид
Підвид	Кліматип I порядку
Гілка	Кліматип II порядку
Різновид	Екотип I порядку
Підрізновид	Екотип II порядку
Раса	Ізореагент

Кліматип — це сукупність подібних біотипів, що мають загальні ознаки, характерні для певних кліматичних умов.

Екотип є групою біотипів у межах певної систематичної одиниці, яка характеризується певними властивими їй спадковими ознаками і властивостями, що сформувалися природним добором у ґрунтово-кліматичних умовах ареалу й умовах культури.

Екологічна спеціалізація видів і екотипів забезпечує кожному з них не тільки ефективнішу в масштабі фітоценозу й екосистеми утилізацію природних ресурсів, а й кращу виживаність, тобто екологічна диференціація рослин, основою якої є генетична мінливість і природний добір, забезпечує їм найбільшу пристосовуваність.

Ізореагент — це група особин, що однаково реагують на визначені умови певного місцеперебування.

Флуктуації умов зовнішнього середовища в просторі і часі зумовлюють зміни напрямів природного добору, що підтримує значну гетерогенність популяції рослин.

Екологічний поліморфізм, специфічний для кожного виду рослин, є важливою характеристикою його адаптивного потенціалу, яка відображує можливість як онтогенетичної адаптації, так і генотипової мінливості (О.О. Жученко).

Кліматичний екотип може охоплювати кілька едафічних і ботанічних екотипів, а едафічний — кілька ценотичних екотипів. Що різноманітніші ґрунтово-кліматичні умови території, то більше на ній формується екотипів. Отже, чим ширший ареал виду і чим більше відрізняються умови місць його перебування, тим численніший його екотиповий склад.

Відмінність між окремими екологічними типами в межах навіть дрібних систематичних одиниць стикається з такими важливими для селекціонера властивостями, як тривалість вегетаційного періоду, холодостійкість, посухостійкість, імунітет до хвороб, якість продукції, реакція на агрофон тощо.

Екотипи поділяють на едафотипи — створені під впливом ґрунтових умов і ценотипи — пристосовані до певних умов вирощування (трави на луках, у лісі).

Нині екологічну класифікацію розроблено майже для всіх культур. Так, у м'якої пшениці в колишньому СРСР виділено 19 екогруп. Серед них є групи вузьколокалізовані. Найбільше значення мають пшениці таких екологічних груп: степова волзька, степова південна, лісостепова південна, лісостепова волзька, лісостепова, південносибірська тощо.

У результаті тривалого вивчення колекції в різних ґрунтово-кліматичних зонах у проса виділено 14, у ярого ячменю — 12, у гороху — 18 еколого-географічних груп, які відрізняються (у межах виду і різновиду) комплексом морфологічних, біологічних і господарських ознак і властивостей.

Вивчення культурних рослин на основі еколого-географічних принципів дає змогу селекціонерам цілеспрямовано підбирати компоненти для схрещувань.

Контрольні запитання і завдання

1. Роль сорту в інтенсифікації землеробства? **2.** Назвіть елементи моделі майбутнього сорту. **3.** Сучасність поняття «вихідний матеріал» і його значення в селекції рослин? **4.** Для чого застосовують інтродукцію й акліматизацію рослин? **5.** Назвіть методи створення вихідного матеріалу. **6.** Поясніть основні положення, викладені в працях М.І. Вавилова «Закон гомологічних рядів у спадковій мінливості» і «Центри походження культурних рослин». **7.** Як використовують світову і національну колекції рослин у селекції? **8.** З якою метою було запропоновано еколого-географічну систематику рослин і її роль у селекції?

Розділ 3
АНАЛІТИЧНА СЕЛЕКЦІЯ

Велика різноманітність сортів культурних рослин є наслідком безперервної багатовікової селекційної роботи. Як уже зазначалося, на ранніх етапах основою цієї роботи був несвідомий добір кращих особин «на плем'я». У пізніший період проводився свідомий добір з ізольованим розмноженням потомства і вибірковим схрещуванням. Це було значним кроком вперед у поліпшенні культурних рослин. Проте до широкого застосування гібридизації як методу створення вихідного матеріалу головне місце у виведенні нових сортів сільськогосподарських культур займала аналітична селекція — виведення сортів методом індивідуального добору ліній з популяцій. Вона була першим етапом наукової селекції.

У природних популяцій селекціонери відбирали особини з бажаними ознаками, і такі форми часто давали початок сортам.

Явище широкої мінливості рослин у межах використовуваних сортів і популяцій було відоме давно. Панував погляд, що всі відхилення (зміни) передаються потомству. В селекції такий погляд широко пропагував відомий селекціонер кінця XIX — початку XX ст. Ф. Галлет. При створенні сортів пшениці він відбирав кращі рослини, більше колосся, а в межах колоса — більші зерна. Таким багаторазовим добором з місцевих англійських пшениць Ф. Галлет досяг значних успіхів. Однак при застосуванні цього методу на сортах, виведених Ля Кутером методом індивідуального добору, він не отримав жодного сорту. З аналогічним явищем стикалося багато селекціонерів.

Результативність індивідуального добору науково обґрунтував В. Іогансен у 1903 р. у своїй праці «Про успадковування в популяціях і чистих лініях». Він показав, що індивідуальний добір ефективний тільки у змішаних, гетерогенних популяціях і зовсім неефективний у гомозиготних чистих лініях. Чистою лінією він назвав потомство однієї самозапильної гомозиготної рослини, а популяцією самозапильних культур — суміш чистих ліній, які відрізняються за спадковими ознаками.

Різницю в ефективності добору в популяціях і чистих лініях В. Іогансен пояснював тим, що в популяції відбирають особини, в яких зміни ознак спричинені не тільки зовнішніми умовами, а й спадковою основою. В чистих лініях відбирають рослини зі змінами фенотипу. Зміни фенотипу, спричинені умовами вирощування, не

передаються потомству. Коли добір вичерпує з популяції форми із спадковими ознаками, його подальша дія припиняється. Підтвердженням цьому може бути селекція на цукристість у цукрових буряків. У 1838 р. вміст цукру в коренеплодах становив усього 8,8 %. У результаті індивідуального добору вже в 1918 р. цукристість підвищилася до 19,2 %. Приблизно на цьому самому рівні вона залишається у сучасних сортів, хоча селекціонери багатьох країн ведуть роботу на її підвищення. Причина криється в тому, що цукрові буряки не мають великої генетичної різноманітності за цим показником. Щоб підвищити вміст цукру в коренеплодах, потрібно шукати нові методи створення вихідного матеріалу: перехід на триплоїдний рівень, селекція на гетерозис, віддалена гібридизація тощо.

В. Іогансен підкреслював, що в результаті мутацій, розщеплення, гібридизації нові гамети й особини можуть формуватися і в чистих лініях. У процесі розмноження лінії можуть перетворюватися на популяції, тому можлива внутрішньосортова мінливість. Внутрішньосортовий добір при цьому буде ефективним.

Місцеві сорти-популяції — цінний вид вихідного матеріалу. В міру становлення і розвитку наукової селекції кожен селекційний заклад, що створювався, починав свою роботу зі збирання і вивчення місцевого матеріалу. Практика селекційної роботи показала, що у переважної більшості сільськогосподарських культур місцеві сорти були цінним вихідним матеріалом.

Створені під дією природного і простих способів штучного добору місцеві сорти є популяціями, неоднорідними за своїм генетичним і морфологічним складом.

Між механізмом дії природного і штучного добору існує істотна відмінність. Вона полягає в тому, що головним критерієм природного добору є пристосованість організмів до умов середовища, тобто насамперед їх життєстійкість і здатність залишати після себе численніше потомство. Головним критерієм штучного добору є інтереси людини, пов'язані з вирощуванням і використанням культури. За природного добору створюються популяції, які адаптовані до умов їх місцеперебування, а за штучного — сорти, що відповідають вимогам сільськогосподарського виробництва. Проводячи добір, селекціонер не усуває дію природного добору, а лише послаблює її.

Процес доместикації супроводжується істотними змінами морфологічних, фізіологічних, біохімічних та інших ознак і властивостей, їх сортовою диференціацією.

Місцеві сорти в результаті тривалого використання в певній природно-кліматичній зоні добре пристосовані до умов зони, мають високу якість продукції. Вони стійкі до дії несприятливих чинників середовища, поширених у певній зоні хвороб і шкідників. Унаслідок природних мутацій, транслокацій, перекомбінацій генів при гібри-

дизації в місцевих сортах накопичуються різні за спадковими ознаками генотипи. Місцеві сорти перетворюються на популяції і є цінним вихідним матеріалом для прямого добору.

Багато кращих сортів сільськогосподарських культур наприкінці XIX і до 40-х років XX ст. створено з місцевих сортів-популяцій. Наприклад, О.П. Шехурдін методом індивідуального добору з місцевого сорту ярої пшениці Полтавка вивів сорт Лютесценс 62, з місцевого сорту озимої пшениці Сандомирка — сорт Лютесценс 329. В.Я. Юр'єв з місцевого сорту Високолитовка одержав сорт озимої пшениці Еритроспермум 917. Оскільки в дореволюційній Росії не було організованого насінництва, інтродуковані сорти засмічувалися, знеособлювалися. Їх висівали під назвами географічного походження, наприклад овес шведський, французький, ячмінь баварський. Так сорти втрачали свої назви, властивості їх змінювалися під впливом методів народної селекції в певній екологічній зоні. Вони часто використовувалися під назвою місцевих і були цінним вихідним матеріалом.

Селекційні заклади колишнього СРСР до 50-х років XX ст. використовували місцеві сорти-популяції гороху як вихідний матеріал.

Високопосухостійкий, з високими властивостями зерна сорт проса Саратовське 953, який був районований понад 40 років, виведено з місцевого Закавказького сорту. Індивідуальним добором із зразків місцевого проса в період з 1917 по 1951 рр. на Веселоподолянській дослідно-селекційній станції виведено сорти Подолянське 24/273, Веселоподолянське 367, Веселоподолянське 38, які районувалися у 40 областях колишнього СРСР.

Ще в 1962 р. добором з місцевих сортів-популяцій було отримано сорти гречки Радехівська поліпшена, Вікторія, які тривалий час перебували у виробництві.

Природні популяції як цінний вихідний матеріал. Вище розглядалося визначення поняття популяції, яке дав В. Іогансен. З погляду сучасної генетики *популяцією* називають сукупність особин одного виду, що вільно схрещуються між собою, займають визначений ареал і пристосовані до певних умов існування. Популяція формується під впливом умов існування на основі взаємодії чинників спадковості, мінливості й добору. В природі популяція характеризується генетичною неоднорідністю.

Генетична структура природної популяції зумовлюється типом її відтворення і розмноження. Розрізняють такі типи популяцій: перехреснозапильних культур — облігатні, факультативні, з клональними фрагментами; самозапильних культур — облігатні, факультативні, з клональними фрагментами; переважно апомікти.

Саме в характері розмноження сортових і природних популяцій криються істотні відмінності. Сортові популяції зберігають типовість

і продуктивність, тобто відтворюються як певна популяція тільки при відносно зумовленому способі відтворення, тоді як природні популяції часто формуються, поєднуючи різні форми розмноження.

У перехреснозапильних культур схрещування відбувається регулярно, можливе вільне схрещування особин у кожному поколінні. У самозапильних культур випадки схрещування розділені етапами самозапилення, внаслідок чого гомозиготи не тільки виділяються, а й стабілізуються добором як основна форма існування особин популяцій. Якщо у перехреснозапильних культур біотипи популяції за більшістю генів мають бути гетерозиготними і добір у такій популяції стабілізує гетерозиготні генотипи, то у самозапильних добір стабілізує гомозиготи. Тому у самозапильників у популяції адаптивними виявляються гомозиготні біотипи.

Основні відмінності популяцій перехреснозапильних і самозапильних культур та популяцій з клональними фрагментами спостерігаються на етапі поліморфізму і гетерозиготності та в особливостях адаптивності цих популяцій.

Формотворчий процес у популяціях зумовлений мутаційною і комбінативною мінливістю. Виникнення мутацій під дією внутрішніх і зовнішніх чинників зумовлює появу нових вихідних властивостей у популяціях. Важливими для створення вихідного матеріалу для еволюції і селекції є різні види спонтанних схрещувань: внутрішньопопуляційні, міжпопуляційні, а іноді схрещування особин різних видів і навіть родів.

Співвідношення гомозиготних і гетерозиготних генотипів (*АА, Аа, аа*) для будь-якої пари алелів у кожній природній популяції встановлюється згідно з законом Харді — Вайнберга. Це закономірне співвідношення складається на основі концентрації генів, які є в популяції. Тому природні популяції були першим і до цього часу залишаються по багатьох культурах цінним джерелом вихідного матеріалу. Популяції будь-якої культури, взяті з різних регіонів, значною мірою неоднорідні за своїм генетичним складом.

До 20-х років минулого століття в Україні у виробництві висівалися стародавні місцеві або акліматизовані інорайонні популяції сільськогосподарських культур. Вони й були вихідним матеріалом для прямого добору з них нових форм, які давали початок новим сортам.

Серед пшениць особливо багатими за своїм біологічним складом виявилися Банатки. З цих популяцій відібрані сорти не тільки для умов України, а й для північних, а також східних районів Росії: Українка 0246, Земка, Московська 2441, Ставропольська 328 тощо.

У генотипах багатьох сучасних сортів, що зазначені в Реєстрі сортів рослин України, є гени, які успадковані від місцевих сортів. Такими є теперішні сорти Білоцерківської селекційної станції: Перли-

на Лісостепу, Білоцерківська напівкарликова, Елегія, Олеся, Веселка та ін. Завдяки місцевим сортам Банатка і Місцева вони мають високі адаптивні властивості.

Значних успіхів досягнуто в селекційній роботі з пшеницею завдяки доборам з Кримок. Із них виведено сорт Кооператорка, який став цінним вихідним матеріалом для селекційної роботи у Селекційно-генетичному інституті (Одеса). Крім того, природні популяції Кримки відіграли значну роль в акліматизації і селекції озимої пшениці у США.

До 30-х років XX ст. у селекції ячменю панував метод добору з місцевих популяцій. Широкому залученню місцевого матеріалу сприяло багатство аборигенних екотипів, пристосованих до несприятливих чинників середовища.

В окремих зонах колишнього СРСР з найсуворішими природними умовами збереглися в районуванні аборигенні популяції, які не підлягали селекційному пророблению. Упродовж багатьох десятиліть вони витримують конкуренцію з селекційними сортами в умовах високогірних районів Паміру і Дагестану, засушливих районів Поволжя, Середньої Азії.

Природні популяції і місцеві сорти не вирівняні за морфологічними ознаками. Тому методом індивідуального, індивідуально-групового, а іноді масового добору з одного місцевого сорту або популяції можна відібрати кілька цінних форм, які можуть дати початок новим сортам.

Хоча місцеві сорти і популяції досить цінні, за умов зростаючої інтенсифікації землеробства вони мали багато істотних недоліків. Прямий добір з них дедалі рідше давав успішні результати, що спонукало селекціонерів шукати нові методи створення вихідного матеріалу.

Місцеві сорти залучаються до гібридизації між собою або з селекційними сортами. Нові гібридні сорти добре пристосовуються до умов вирощування в певній зоні, стійкі до хвороб, характеризуються посухостійкістю чи зимостійкістю або поєднують комплекс зазначених властивостей.

Природні популяції залишаються цінним вихідним матеріалом для маловідселектованих культур, особливо для кормових — конюшини, люцерни, еспарцету, тимофіївки, стоколосу та ін.

Як уже зазначалося, для багатьох культур (пшениця, ячмінь, овес, горох, кукурудза тощо) місцеві сорти, природні популяції втратили своє значення, але вони є в генетичній колекції Національного центру генетичних ресурсів рослин України.

Створення банку генів. Гібридизація — це класичний метод створення вихідного матеріалу, а нові методи — мутагенез, поліплоїдія, клітинна селекція, гібридизація соматичних клітин, генна

та хромосомна інженерія — це нові підходи, які значно змінюють селекційний процес.

Для створення нових сортів інтенсивного типу потрібно широко залучати до селекційного процесу генетичні ресурси вітчизняних культурних рослин, а також споріднені їм дикорослі види. Тому створення і збереження генофонду з метою використання його в селекційній роботі має величезне значення. Впродовж тисячоліть людина створює і поліпшує сорти рослин. Величезна різноманітність місцевих і селекційних сортів є народним надбанням. Вони можуть бути донорами цінних генів (зимостійкості, імунності до грибних хвороб, якості білка тощо) при створенні нових сортів.

Будь-який вид має неповторний генофонд, який є результатом природного добору в процесі еволюції. Сьогодні неможливо передбачити значення того чи іншого виду для людини і біосфери.

Велика кількість ендемічних видів має незначний ареал. Багато ендемічних видів зникає зовсім не вивченими внаслідок накопичення летальних генів, загибелі комах-запилювачів, зміни екологічних умов через розорювання цілинних земель, утворення штучних морів тощо.

Ще М.І. Вавилов зазначав необхідність експедиційного збирання, всебічного дослідження, інтенсивного оцінювання і довгострокового збереження якомога більшої колекції рослин вихідного матеріалу для створення нових сортів. Нині ця концепція є основою створення кожного банку генів, що існують і розширюються в багатьох країнах світу.

Спеціально обладнані сховища зародкової плазми, де можна підтримувати життєздатність насіння впродовж десятків років, функціонують у США, Японії, Італії. В 1975 р. в Краснодарському краї (с. Ботаніка) введено в експлуатацію сховище на 1 млн зразків насіння. У Національному центрі генетичних ресурсів рослин України (Харків) створено Національне сховище насіння зразків генофонду, в яке вже закладено на тривале зберігання 22 тис. зразків, що належать до 190 видів рослин.

Контрольні запитання і завдання

1. Суть доместикації рослин. **2.** Як використовують природні та штучні популяції в селекції рослин? **3.** Для чого потрібно створювати банк генів?

Розділ 4
ПОНЯТТЯ ПРО АДАПТИВНУ СЕЛЕКЦІЮ

4.1. Еколого-генетичні проблеми сучасного рослинництва

Особливість розвитку рослинництва на сучасному етапі полягає в тому, що підвищення врожайності сільськогосподарських культур у 2 – 3 рази супроводжується зростанням затрат енергії на одиницю продукції в 10 – 50 разів.

Створення і широке впровадження у виробництво високоврожайних інтенсивних сортів зернових культур називають періодом «зеленої революції». Часто успіхи зеленої революції пояснюють результатом використання досягнень генетики і селекції в створенні нових високопродуктивних сортів. Насправді це явище набагато складніше. Успіхи в селекції рослин є тільки вихідним пунктом глибоких перетворень у рослинництві, економічній і соціальній сферах.

Селекція сприяла швидкій заміні генетично різноманітних сортів новими високоврожайними сортами і гібридами, що мають високий ступінь ядерної і цитоплазматичної однорідності. При цьому гетерогенність агроекологічних систем зменшується на видовому, генотиповому і внутрішньогенотиповому рівнях. І хоча технологічні переваги, створювані за рахунок генетичної неоднорідності сільськогосподарських культур, у цілому перевищують пов'язані з цим недоліки, повсюдне скорочення генетичної розмаїтості продовольчих культур за рахунок зменшення кількості видів і сортів рослин, що вирощують у кожній з агрокліматичних зон, різко збільшило їх генетичну «уразливість».

Крім того, небезпечним є обмеження кількості використовуваних видів рослин. Тепер для задоволення 90 % своїх потреб у продуктах харчування людство використовує тільки 15 – 20 культигенів, тобто 0,5 % від кількості видів, що становлять цінність як можливе джерело їжі.

Створені інтенсивні сорти і гібриди сільськогосподарських рослин виявилися більш урожайними порівняно з традиційними лише за умови внесення значних доз добрив і пестицидів та застосування зрошення, сучасних сільськогосподарських машин і знарядь, а отже, нові генетичні варіанти рослин розраховані на більшу витрату «штучної» енергії (О.О. Жученко).

Використання сортів інтенсивного типу закономірно зумовило інтенсифікацію землеробства на основі широкого застосування добрив,

пестицидів, меліорації, засобів механізації. В зв'язку з цим значною мірою зросли енергетичні витрати в сільському господарстві.

Сучасні сорти і гібриди сільськогосподарських культур забезпечують високу продуктивність тільки на фоні високих доз добрив. Їх низька здатність до конкуренції з бур'янами, недостатня стійкість до хвороб і шкідників, стресової дії чинників зовнішнього середовища потребують підвищення енергетичних витрат на пестициди і зрошення.

Сорти інтенсивного типу використовують альтернативно. З одного боку, обов'язкові високі витрати на забезпечення їх вирощування із застосуванням різноманітних пестицидів, ретардантів та інших синтетичних речовин. З іншого, відкривається перспектива забезпечення вимог сучасного землеробства за допомогою адаптивної селекції.

Важливим напрямом подальшого зростання продуктивності культурних рослин може бути керування їх адаптивним потенціалом на еколого-генетичній основі. Адаптивний потенціал рослин відображає їх здатність пристосовуватися до умов середовища за рахунок як онтогенетичної, так і генетичної мінливості. Екологічна стійкість рослин до біотичних і абіотичних чинників середовища є основним лімітувальним чинником у структурі адаптивного потенціалу видів, сортів і гібридів.

Селекція рослин завжди була адаптивною в тому розумінні, що селекціонери прагнули створювати сорти, пристосовані до різних умов середовища. В результаті еволюції та селекції культурні рослини завоювали ареал з новими умовами навколишнього середовища.

Унаслідок численних адаптацій і в структурі, і у функціональній активності сорти сільськогосподарських культур зайняли ареали, що характеризуються екстремальними умовами існування (сильними морозами, високими температурами, посухами, засоленістю ґрунтів, інтенсивним ультрафіолетовим випромінюванням тощо).

Реакції рослинних організмів на дію несприятливих фізичних і хімічних чинників зовнішнього середовища виникли в процесі еволюції і закріпилися природним і штучним добором. За природних умов адаптація рослин до екстремальних чинників середовища супроводжується уповільненням процесів росту, а отже, й продуктивності. Тому правильне агрокліматичне районування з урахуванням специфічності реакцій різних видів і сортів на чинники навколишнього середовища дає змогу забезпечувати вищу врожайність та її стабільність. Цього досягають переважно за рахунок раціональнішого використання природних ресурсів, а також зменшення витрат енергії рослинами на компенсорні реакції.

Прикладом може бути створення та районування ранньостиглих гібридів кукурудзи не тільки в традиційних районах її виро-

щування, а й у забезпечених вологою районах Полісся України. Такі гібриди доцільно впроваджувати також у районах з недостатньою кількістю опадів, оскільки порівняно з пізньостиглими вони краще використовують запаси зимової вологи, а завдяки короткому вегетаційному періоду їх цвітіння та налив зерна відбуваються до настання посушливого періоду. Скоростиглі сорти зернових культур забезпечують зростання урожайності за несприятливих умов, оскільки уникають дії літньої посухи, пошкодження хворобами.

Створення сортів пшениці, стійких до кислотності ґрунту і хвороб, дало можливість у Бразилії подвоїти врожайність цієї культури на землях, які раніше були зовсім непродуктивними. Тепер у цій країні районуються тільки сорти пшениці, стійкі до кислих ґрунтів і підвищеного вмісту алюмінію в ґрунті.

Розроблення і впровадження у виробництво інтенсивних технологій, а згодом перехід від них до інтенсивного, а в майбутньому і до біологічного землеробства в цілому є якісно новим етапом у підвищенні ефективності виробництва продукції рослинництва. Головна увага при вирощуванні сільськогосподарських культур переноситься на конструювання екологічної системи конкретного поля та її регулювання. Головним компонентом у цій системі є сорт. Тому підвищення адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур є головним шляхом вирішення численних завдань рослинництва, тобто для одержання високих урожаїв потрібні сорти, здатні ефективно використовувати ресурси навколишнього середовища (освітлення, тепло, добрива, вологу тощо) і переносити стресові навантаження, зумовлені діяльністю шкідливих організмів (хвороби, шкідники) і дією техногенних чинників (забруднення середовища, засолення ґрунтів тощо).

Отже, одне з центральних місць у підвищенні адаптивного потенціалу рослинництва належить селекції. Створення сортів і гібридів, що забезпечують найефективніше використання «штучних» і природних енергоресурсів, стійких до несприятливих ґрунтово-кліматичних умов, хвороб і шкідників, здатних засвоювати високі дози добрив за низького вологозабезпечення, відновлювати ріст після стресових впливів, а також придатних для тривалого транспортування і збереження отриманого врожаю, є найважливішим засобом для вирішення цих проблем. Однак практичне розв'язання завдань створення сортів, що відповідають вимогам високопродуктивного і енергоекономічного рослинництва, пов'язано з необхідністю значного збільшення масштабів селекційної роботи, істотного поліпшення процесів сортовипробування і реєстрації сортів, а головне, з розробленням методів селекції, що дають змогу керувати формотворчим процесом.

Стара мрія селекціонерів «направляти еволюцію рослин по волі людини» — одна із найскладніших наукових проблем сучасності. Від її остаточного вирішення ми поки що дуже далекі, і в цьому напрямку, з урахуванням центрального місця сорту в реалізації багатьох вузлових проблем сільського господарства, мають бути також сконцентровані сили фундаментальних і прикладних досліджень. Тому особливу увагу слід приділити питанням створення ідентифікованих колекцій геноносіїв адаптивних ознак, розробленню методів індукування генетичних рекомбінацій, підвищенню просторової і часової репрезентативності оцінок сортовипробування на основі використання сучасних математичних методів і ПК (О.О. Жученко, 1980).

4.2. Основні типи адаптації рослин

Властивість пристосовуватися до різних мінливих умов середовища притаманна всьому живому. В процесі адаптації змінюються біохімічні процеси та функціональні властивості як клітин, так і організму.

Генотип, сформований у процесі природного чи штучного добору, визначає спадкову пристосованість організму до умов середовища, за яких відбувався його онтогенез. Чинники середовища різноманітні й змінюються в широких межах, і в процесі еволюції добір створює спеціальні механізми адаптації.

Використання в організмі або в популяції в цілому ознак і властивостей, набутих в результаті змін у структурі і функціях, що забезпечують існування за умов певного середовища, називають *адаптацією,* а здатність організму, сорту або популяції пристосовуватися до умов середовища — *адаптивністю.*

Виокремлюють онтогенетичну і філогенетичну адаптації організмів.

Онтогенетична адаптація характеризує пристосувальні зміни в період індивідуального розвитку організму.

Філогенетична адаптація є результатом дії природного добору впродовж багатьох поколінь з часу утворення виду.

Адаптація може бути генотиповою і фенотиповою (модифікаційною). Генотипова адаптація зумовлена спадково детермінованими змінами в генотипі, які ведуть до утворення нової норми реакції і забезпечують нормальне функціонування організму або сорту за конкретних умов навколишнього середовища.

З погляду селекції важливе значення мають загальна адаптивна здатність (ЗАЗ) і специфічна адаптивна здатність (САЗ).

Загальна адаптивна здатність відображає здатність культури, сорту давати постійно високий урожай за різних умов вирощування.

Відомі сорти озимої пшениці Миронівська 808 і Безоста 1 тривалий час займали досить широкий ареал як у нашій країні, так і за кордоном. Ці сорти мали високу загальну адаптивну здатність, тому давали високі і стабільні врожаї в різних ґрунтово-кліматичних зонах.

Специфічна адаптивна здатність характеризує стійкість культури або сорту до дії специфічних умов середовища (екстремальних температур, посух, певних хвороб, шкідників). Рівень стійкості, а отже, і її механізм зумовлюються як інтенсивністю дії негативного чинника, швидкістю його відхилення від норми, так і ступенем адаптації рослин, яка вироблялась у процесі еволюції. Наприклад, високу посухостійкість мають такі види пшениці: Triticum vavilovi, Triticum spelta; сорти пшениці Харківська 63, Дніпропетровська 782, Одеська напівкарликова. Стійкістю до раку картоплі і фітофторозу характеризується вид картоплі Solanum demissum.

Між генотиповою і модифікаційною адаптацією існує тісний зв'язок, оскільки модифікаційна мінливість зумовлена генетично. Тому під адаптивною здатністю розуміють здатність генотипу підтримувати властиве йому фенотипове вираження ознак за певних умов середовища. Особливо це важливо за умов дії на генотип стресових чинників, які змінюють у рослині параметри всіх фізіолого-біохімічних процесів. При цьому рослина або вже здатна переносити дію несприятливого чинника, або набуває такої здатності внаслідок механізмів «загартування».

Стресові умови за своєю природою різноманітні, але характер реакції на них рослини, характер адаптаційних змін можуть бути специфічними. Водночас численні дані свідчать про важливе значення в процесах адаптації до стресових чинників специфічних реакцій рослин, за яких підвищується стійкість до дії несприятливих умов. Труднощі вивчення генетики адаптацій до абіотичних чинників полягають у кількісному чиннику виявлення ознак стійкості та в їх залежності від зовнішніх умов середовища. Розрізняють біохімічну, або молекулярну, фізіологічну та анатомо-морфологічну адаптації.

4.3. Генетична природа адаптації

Генетична природа адаптації має важливе значення для реалізації селекційних програм поліпшення сільськогосподарських культур і створення оптимальних умов для їх вирощування.

Основою онтогенетичної адаптації рослин є модифікаційні зміни фізіологічних, біохімічних і анатомо-морфологічних пристосувальних реакцій, які контролює генотип організму. Ці реакції забезпе-

чують оптимальні умови внутрішнього середовища рослини, в тому числі сталість параметрів фізіологічних процесів і здатність пристосовуватися до умов середовища в ряді поколінь. У середині 50-х років XX ст. було сформульовано концепцію фізіологічного гомеостазу як властивості організму пристосовуватися до мінливих умов, яка ґрунтується на здатності до саморегулювання. Майже одночасно з теорією фізіологічного гомеостазу М.М. Лернер (1954) сформулював теорію генетичного гомеостазу, згідно з якою популяції властива здатність зрівноважувати генетичний склад і протистояти раптовим змінам середовища. Генетичний гомеостаз корелює з фізіологічним, оскільки адаптивні властивості окремих організмів роблять внесок у адаптивні властивості популяцій.

Численні генетичні, фізіологічні, біохімічні дослідження доводять виключну складність адаптивної системи рослин, яка забезпечує взаємозв'язок і взаємодію між процесами і функціями, що керують різними генетичними системами. Стійкість, яка виникає при біохімічній та фізіологічній адаптаціях, зумовлює в цілому фізіологічну реакцію на дію стресового чинника на рівні рослинного організму.

Інформація в клітині передається за схемою ДНК – РНК – білок. Справді, холодостійкість або жаростійкість рослин при загартуванні розвивається внаслідок фізіологічних і біохімічних процесів, генетичний контроль реалізується за допомогою синтезу білків. Відкриття стресових білків викликало значний інтерес і стимулювало проведення численних досліджень у галузі визначення механізмів адаптації. Під дією стресу дуже швидко змінюється експресія генів, індукується або репресується синтез специфічних мРНК або їх трансляція, що зумовлює зміни синтезу специфічних поліпептидів.

Н.Г. Нільсон-Еле (1912) першим визначив полігенний тип успадкування морозостійкості у м'якої пшениці. Залежно від комбінацій схрещування морозостійкість у гібридних поколіннях може виявлятися як домінантна або рецесивна ознака.

Виявлено, що у м'якої пшениці найчастіше стійкість до низьких температур контролюють гени хромосом 5Д, 5А, 4В. Хромосоми 3А, 6А, 7А, 1В, 3В, 7Д несуть гени, які знижують стійкість до низьких температур.

У кукурудзи виявлено гени *Ite*1 і *Ite*2, що контролюють стійкість до високих температур. Подібний контроль посухостійкості двома домінантними генами виявлено у пшениці.

Значною мірою адаптація залежить від епістатичної взаємодії між генами різних локусів і часто буває вищою у генотипів, гетерозиготних за кількома парами алелів.

М.П. Дубінін, М.М. Лернер та інші вчені у своїх працях встановили перевагу в адаптивності гетерозигот над гомозиготами. Пере-

вага гетерозиготних генотипів над гомозиготними ґрунтується на кумулятивній дії генів за здатністю переносити вплив несприятливих чинників.

Хоча гетерозиготи мають адаптивну перевагу над гомозиготами, проте, як зазначає О.О. Жученко (1980), можна відібрати гомозиготи, які в певному середовищі будуть краще пристосованими, ніж гетерозиготи.

Внутрішньогеномна збалансованість організму виявляється в різних аспектах: через кореляційні зв'язки між ознаками, основою яких є явище зчепленого успадкування і плейотропії, та через зміни дії генів модифікаторів за нових умов середовища.

Важливим генетичним механізмом, який зумовлює адаптивні властивості організму, є рівень плоїдності. Підтвердженням цього стало поширення поліплоїдії в природі і наявність поліплоїдних рядів у основних культурних рослин.

Генетичні основи продуктивності й екологічної стабільності, загальної і специфічної адаптивної здатності сортів за різних умов середовища вивчено недостатньо. Генетична природа специфічної адаптивної здатності може бути порівняно простою і контролюватися переважно головними генами за ознаками стійкості до холоду, посухи, хвороб, засолювання ґрунту тощо.

Зміни умов середовища передбачають дію багатьох неспецифічних чинників, тоді загальна адаптивна здатність сорту до них — це складна кількісна ознака. Загальна адаптивна здатність охоплює дві головні ознаки — стабільність та продуктивність і має полігенний характер.

Реалізація проблеми підвищення адаптивної здатності сортів може ґрунтуватися лише на знанні механізмів адаптації рослин до стресів, які виникають на різних рівнях біологічної організації — молекулярному, клітинному, організменому, популяційному.

4.4. Механізми адаптації

Адаптація рослин до різних умов середовища різна. Навіть механізми стійкості рослин до дії одного й того самого чинника середовища можуть бути різними. Наприклад, підвищена посухостійкість може зумовлюватися добре розвиненою кореневою системою, інтенсивністю транспірації, стійкістю протопласта, підвищеною жаростійкістю пігментної системи, активністю дегідраз.

Численні дослідження доводять, що незалежно від різноманітності механізмів адаптації рослини виявляють неспецифічні реакції на дію екстремальних чинників середовища, тобто характер адап-

таційних змін рослин за різних типів стресів (посуха, екстремальні температури, засоленість ґрунту тощо) якісно аналогічний.

Це дає підстави говорити не про особливості посухостійкості, стійкості до засоленості ґрунту, а про механізми адаптації рослин до дії стресових чинників узагалі.

За будь-яких екстремальних дій у рослинному організмі змінюються фізіологічні параметри. Це зумовлено взаємодією окремих процесів у рослині і саморегульованістю її метаболізму в цілому. Проте зміни параметрів метаболічних функцій організму зумовлені безпосередньо дією стресового чинника на процеси метаболізму клітини. Ряд адаптивних реакцій здійснюється організмом як цілісною системою.

Рослина — це складна система, всі елементи якої функціонально взаємозв'язані і зумовлюють один одного. Щоб створювати сорти з високим адаптивним потенціалом, керувати процесом формування врожаю та його якістю, потрібно знати цю систему, тобто знати генетичні, фізіологічні й біохімічні механізми адаптацій рослин до несприятливих чинників середовища, стресових дій. Адаптивні реакції на клітинному і молекулярному рівнях відіграють важливу роль в адаптаціях організму в цілому. Регуляторна система рослини складається з її генетичного апарату, клітинних мембран, ферментних систем, іонів, фітогормонів і міжклітинних зв'язків.

Н.А. Зарубіна та інші вчені (1988) встановили, що різні сорти пшениці розрізняють за активністю аденілатциклази (АЦ). На ранніх фазах росту рослин пшениці вміст циклічних нуклеотидів збільшується.

Згідно із сучасним уявленням співвідношення циклічної аденозинмонофосфатази і циклічної гуанілатмонофосфатази (цАМФ/цГММ) впливає на адаптаційно-гомеостатичні процеси в клітині в кінцевому результаті, її фізіологічну реакцію на зовнішні подразники, в тому числі стресові. Циклічні нуклеотиди регулюють внутрішньоклітинні метаболічні процеси через взаємодію з ферментами (фосфогідролази, фосфотрансферази, протеїнкінази), з цАМФ-зв'язувальними білками.

Кожна жива клітина має повний комплект генів, необхідних для онтогенезу, але в кожний певний момент часу активними є тільки ті гени, дія яких потрібна для певного росту і розвитку рослин. Внесення і вилучення генів здійснюють репресори та депресори білкової природи відповідно до внутрішніх і зовнішніх умов.

Існування механізмів регуляції активності генів зумовлене можливістю зміни в комплексі білків та інших компонентів, що синтезуються клітиною, без відповідних змін у ДНК.

Особливу увагу генетиків, фізіологів, біохіміків привертає визначення ролі стресових білків, які синтезуються в результаті активізації специфічних генів відповідно до різних стресів. Стресові білки і відповідні гени широко вивчають у лабораторіях США, Великої Британії, Канади, а також у нашій країні. Цілком імовірно, що використання білкових маркерів зумовить значний прогрес у створенні сортів з високим адаптивним потенціалом.

Гормони здійснюють свої фізіологічні ефекти, активуючи транскрипцію генів, що програмують синтез ферментів та інших білків.

Гормони і гормоноподібні речовини як індуктори впливають на експресію гена, діючи на різні стадії біосинтезу РНК і білка. Основою регуляції є вилучення або посилення транскрипції ділянки генома, який контролює синтез адаптивних білків, що становить основу генетичної індукції.

Усі генні регуляції підпорядковані регуляції на хромосомному рівні. В диференційованих клітинах спостерігається геномна регуляція процесів. Геноми рослин досить швидко реагують на відповідний вплив навколишнього середовища. Ці реакції є фундаментом адаптивної мінливості, наприклад густота стояння рослин, орієнтація листків, висота, розподіл коренів по горизонтах ґрунту. Механізми адаптації до екстремальних умов, що діють на клітинному рівні, реалізуються на вищих ступенях організації, тобто на рівні організму і популяції (сорту).

На рівні організму механізми адаптацій доповнюються новими функціями, які відображають взаємодію різних органів, насамперед вегетативних і генеративних. Серед таких механізмів в організмі за стресових умов різко виявляються атрагуюча здатність, конкурентна взаємодія та регенераційні процеси.

На популяційному, або сортовому, рівні організації при адаптації рослин до дії несприятливих умов спрацьовує ще один додатковий та ефективно діючий механізм — добір. Основою для здійснення дії механізму добору є внутрішньо-популяційна варіабельність рівня стійкості. При достатньо високій силі дії екстремального чинника (засоленість ґрунту, пестициди, промислові відходи тощо) найменш стійкі організми з низьким потенціалом адаптації гинуть (або не дають насіння) і елімінують з популяції. Найстійкіші генотипи з широкими адаптивними можливостями дадуть насіннєве потомство, що й зумовить підвищення рівня адаптації тієї частини популяції, яка залишилася.

У напрямі збереження генотипів з високими адаптивними можливостями діє чинник спрямованої селекції на підвищену стійкість.

4.5. Проблеми адаптивної селекції

У селекційних програмах дедалі більше уваги приділяється створенню сортів сільськогосподарських культур з високим потенціалом продуктивності і стійкістю до дії стресових чинників.

Селекція на стійкість до дії несприятливих чинників середовища — одна з найважливіших проблем, оскільки можливості усунення довгострокових і особливо короткочасних лімітів чинників середовища обмежені, а вплив їх на врожай значний. Особливого значення ця проблема набуває при інтенсивному промисловому вирощуванні сільськогосподарських культур, оскільки високі норми азотних добрив, загущення посівів, зрошення посилюють процеси росту і таким чином різко знижують стійкість до дії короткочасних лімітувальних чинників середовища (Б.П. Гур'єв та ін., 1986).

Значна частина території України є зоною недостатнього зволоження та посушливого клімату, а більше половини орних земель припадає на кислі, засолені, перезволожені й еродовані ґрунти. Тому сорт має бути не тільки високопродуктивним, а й пластичним до дії конкретних чинників середовища. Створення таких сортів — головне завдання адаптивної селекції. Йдеться про створення сортів для конкретного регіону з урахуванням варіювання чинників середовища та дії лімітувальних чинників.

Адаптивність високоврожайних сортів сільськогосподарських культур виявляється не тільки в їх стійкості до дії несприятливих умов середовища, а й у їх здатності найефективніше використовувати зрошення, добрива тощо.

Особливе значення адаптивної селекції пов'язане з проблемою вирощування екологічно чистої продукції рослинництва, охороною здоров'я людей, зайнятих у сільськогосподарському виробництві, та навколишнього середовища. Створення сортів, стійких до хвороб і шкідників, усуває проблему використання хімічних засобів боротьби з ними. Стійкі до вилягання і толерантні до загущення посіву сорти здатні конкурувати з бур'янами, тобто зникає проблема використання ретардантів і гербіцидів.

Під адаптивною селекцією слід розуміти сукупність методів, що застосовуються в селекційному процесі, спрямованому на створення сортів, здатних реалізовувати високий потенціал продуктивності за екологічних умов регіону при існуючих технологіях вирощування.

Екологічна цілеспрямованість селекції прогнозує генетико-фізіологічне обґрунтування моделі пластичного сорту з урахуванням основних лімітувальних чинників регіону, для якого створюється сорт.

Успіх селекції на стійкість сортів до стресів крім таланту селекціонера залежить від наявності високоякісного вихідного матеріалу

й ефективних методів оцінювання його адаптивних властивостей (Г.В. Удовенко, О.О. Созінов та ін.).

Розроблення теоретичних основ адаптивної селекції потребує нового підходу до арсеналу селекційних методів, якими користуються селекціонери.

Основні методи створення вихідного матеріалу (гібридизація, експериментальна поліплоїдія, мутагенез, інцухт та гетерозис) розглядатимемо в окремих розділах. Тепер розглянемо тільки деякі особливості зазначених, а також нетрадиційних методів, які підвищують ефективність адаптивної селекції.

Головним методом у селекції на загальну адаптивну здатність є добір, який ґрунтується на вченні І.І. Шмальгаузена про нерозривність двох основних форм природного добору: рушійного і стабілізувального. Природний добір діє на фоні чинників зовнішнього середовища, що зумовлює важливість його в адаптивній селекції.

Й.А. Рапопорт (1986) вказує на особливе значення вибору або створення середовища при доборах в адаптивній селекції. Крім основних селекційних площ роботи, пов'язані з адаптивною селекцією, можна проводити на спеціально створених фонах або на непридатних для сільськогосподарського виробництва ділянках, якщо вони відповідають вимогам того чи іншого природного провокаційного фону.

Гібридизація. У процесі адаптивної селекції важливе місце має належати гібридизації, яку можна використовувати у кількох варіантах.

Першим варіантом є гібридизація між формами з різними видами пристосувань, створених на першому етапі адаптивної селекції.

Другий варіант гібридизації — схрещування мутантних адаптивних ліній, які пройшли повний цикл адаптивної селекції, але втратили в ході добору якусь з ознак продуктивності.

Третім варіантом є схрещування сортів, отриманих за допомогою адаптивної селекції, з сортами, виведеними звичайними селекційними методами. Важливим напрямом є гібридизація селекційних сортів з дикими родичами.

Після гібридизації можна застосовувати штучний добір.

Мутагенез. Штучний мутагенез є надійним методом в арсеналі методів селекції. Індуковані мутації в тисячі разів перевищують частоту спонтанних мутацій, в результаті чого дають багатий матеріал для добору на адаптивність, який ґрунтується на накопичуванні генних пристосувань.

Клітинна селекція. Розвиток методів культивування ізольованих клітин, протопластів, тканин відкриває перспективу для інтенсифікації селекційного процесу, особливо адаптивної селекції.

Клітинна селекція на фоні дії специфічних чинників культурального середовища дає змогу діставати форми, стійкі до дії патотоксинів та інших чинників.

М. Бенке вдалося вивести рослини картоплі, стійкі до фітофторозу й альтернаріозу методом клітинної селекції на середовищі, в якому були токсини збудників цих хвороб. Аналогічно виведені рослини кукурудзи, стійкі до гельмінтоспоріозу. Доведено можливість виведення методом клітинної селекції вихідних форм люцерни й конюшини, стійких до хвороб. На протопластах тютюну показано можливість створення форм, стійких до дії гербіцидів.

Багатолінійні сорти і сумішки. Одним із шляхів досягнення високих адаптивних можливостей сорту є створення багатолінійних сортів, сумішок, тобто популяцій, які складаються з кількох ліній, що доповнюють одна одну. Багатолінійні сорти можуть мати підвищену стійкість до хвороб і дії несприятливих умов середовища.

У селекції багатолінійних сортів істотне значення має не кількість ліній, внесених до певного сорту, а наявність у них генів стійкості до дії певних чинників середовища. Багатолінійні сорти вівса широко використовують у Північній Америці, де особливості рельєфу, а також господарська й агрономічна діяльність людини зумовили зосередження окремих популяцій збудника корончастої іржі в одній епіфітологічній зоні. Різні гени стійкості до цієї хвороби було введено через окремі лінії в багатолінійні сорти вівса.

Багатолінійні сорти трудомісткі й дорогі, потребують складної системи насінництва, тому в багатьох країнах ведуться пошуки у створенні гетерогенних посівів, тобто використання сумішок сортів самозапильних культур.

4.6. Просторова і часова репрезентативність оцінювання адаптивного потенціалу сортів

У багатьох країнах для прискорення темпів селекції і створення сортів з широким адаптивним потенціалом використовують географічну сітку селекційних полів та екологічне сортовипробування.

Екологічне і державне сортовипробування є якісно відмінними сукупностями середовищ для оцінювання генотипів з метою отримання об'єктивної інформації про пристосувальні здатності (О.В. Кільчевський, Л.В. Хотилева, 1989).

Екологічне сортовипробування проводять паралельно з конкурсним, що дає змогу оцінити екологічну пластичність сорту ще до державного сортовипробування. Навіть однорічне оцінювання сортів за різних ґрунтово-кліматичних умов майже аналогічне багаторічному оцінюванню в одному пункті.

Оцінювання сортів за різних умов середовища є необхідним, оскільки деякі ознаки легко відрізняються за одних умов і можуть бути схожими за інших.

Одним із головних завдань екологічного сортовипробування є екологічна паспортизація сорту, тобто для нового сорту мають визначатися кращі ґрунтово-кліматичні мікрозони вирощування, особливості реакції на різні види й дози добрив і їх співвідношення, оптимальні строки і норми висіву тощо. Тому місця екологічного випробування сорту повинні максимально відображати ґрунтово-кліматичні відмінності регіону.

Перед передачею сортів у державне сортовипробування селекціонери оцінюють їх на кількох агрофонах (різні попередники, дози добрив, норми висіву, строки висівання, провокаційні фони). Це дає можливість вивчити реакцію сортів на регульовані чинники та їх стійкість до дії нерегульованих чинників середовища.

У напрямі адаптивної селекції таке вивчення сортів доцільно проводити не тільки на завершальному, а й на ранніх етапах селекції.

Контрольні запитання і завдання

1. Назвіть еколого-генетичні проблеми сучасного рослинництва. **2.** Які ви знаєте типи адаптації рослин та механізми їх дії? **3.** Що ви розумієте під просторовою і часовою репрезентативністю оцінювання адаптивного потенціалу сортів?

Розділ 5
РОЛЬ ВНУТРІШНЬОВИДОВОЇ ГІБРИДИЗАЦІЇ В СЕЛЕКЦІЙНОМУ ПРОЦЕСІ

5.1. Значення методу статевої гібридизації для створення вихідного матеріалу

Метод аналітичної селекції, який ґрунтується на доборі з природних популяцій або місцевих сортів-популяцій форм, що виникли внаслідок спонтанної гібридизації або мутагенезу й відселектовані природним добором, втратив практичне значення як самостійний. Коли селекціонер працює з природною популяцією, він не створює нових генотипів, а виділяє готові, які відшліфовувалися природним добором упродовж десятків і сотень років. При інтенсивній селекції селекціонер повинен мати популяції, які займають незначні площі, але багаті за генетичним різноманіттям особин, що утворюють ці популяції. Цього можна досягти лише за штучної гібридизації, яка дає змогу створювати потомство з новими комбінаціями генів, а отже, й ознаками і властивостями.

Експериментальна гібридизація набула широкого застосування і стала класичним методом створення вихідного матеріалу в селекції рослин лише в XX ст. після перевідкриття законів Г. Менделя. Проте ще в XIX ст. І.В. Мічурін, Т. Найт, Л. Бербанк, Л. Вільморен, В. Саундерс і деякі інші селекціонери використовували гібридизацію для селекції.

Велике значення для швидкого введення гібридизації в селекційну практику після перевідкриття законів Г. Менделя у 1900 р. мали праці Е. Чермака з Австрії. Він зрозумів велике практичне значення гібридизації і розпочав селекційну роботу, використовуючи цей метод. Впровадженню методу гібридизації в селекцію рослин сприяли також дослідження шведського генетика й селекціонера Н.Г. Нільсона-Еле.

Теоретичною основою для методу статевої гібридизації є менделівські правила успадкування ознак та хромосомна теорія спадковості Т. Моргана.

Досліди Г. Менделя з горохом дали змогу визнати, що кожній ознаці відповідає свій особливий чинник, інші на неї не впливають. Однак уже з перших експериментальних перевірок положень Менделя почали нагромаджуватися факти, які вказували на існування складніших відносин між геном і ознакою.

Гібридизація — це не просте підсумовування ознак і властивостей організму. Формотворення при гібридизації ґрунтується на перекомбінації генів, оскільки батьківські організми передають потомству не ознаки й властивості, а гени, які контролюють розвиток ознаки. Теоретично формотворчий процес при внутрішньовидовій гібридизації, основою якого є незалежне комбінування генів, вважають безмежним. Проте різні типи взаємодії генів, явище щепленого успадкування, генетичні та фізіологічні кореляції значною мірою обмежують потенційну можливість перекомбінування ознак. Ознаки та властивості можуть залежати від спільної дії кількох генів, у результаті чого з'являються новоутворення. Основними типами взаємодії генів є комплементарна взаємодія, епістаз, плейотропія, полімерія.

При полімерному успадкуванні ознак часто спостерігається явище трансгресії, суть якого полягає у збільшенні (позитивна трансгресія) або зменшенні (негативна трансгресія) будь-якої ознаки, яка полімерно успадковується в окремих особин порівняно з крайніми (+, –) значеннями цієї ознаки в батьківських формах. Трансгресії простежуються тоді, коли один або обидва батьки не мають генотипів, які забезпечують крайній ступінь фенотипового вираження ознаки. Наприклад, у схрещуванні генотипів *AAbbccdd* × × *aaBBccDD,* генотипи *AABBCCDD* і *aabbccdd,* які з'являються при розщепленні в F_2, є крайніми у вираженні позитивної і негативної трансгресій.

Ступінь позитивної трансгресії визначають відношенням перевищення максимального значення певної кількісної ознаки в F_2 (M_F) над максимальним значенням її у кращої батьківської форми (M_p) до останньої, %:

$$T = \frac{(M_F - M_p)}{M_p} 100.$$

Ступінь негативної трансгресії визначають відношенням різниці між мінімальним значенням ознаки в F_2 (m_F) і мінімальним значенням її в гіршій батьківській формі (m_p) до останньої, %:

$$T = \frac{(m_F - m_p)}{m_p} 100.$$

Частота трансгресії визначається кількістю особин F_2 (%), які перевищують (+T) або поступаються (–T) крайніми значеннями ознаки у батьківських форм.

До цього часу не існує єдиної теорії, яка розкриває генетичну суть явища трансгресій, а тому немає загальноприйнятих методів

добору і використання трансгресивних форм у практичній селекції. У вирішенні цих питань певних успіхів досягли А.П. Орлюк, В.В. Базалій та ін.

Такі ознаки, як урожайність, якість продукції, стійкість до вилягання і обсипання, а також до несприятливих ґрунтово-кліматичних умов, контролюються полігенно. Так, установлено, що ознака карликовості у сорту пшениці японської селекції Норін 10 контролюють три головні гени. З використанням генів карликовості цього сорту виведено більшість короткостеблових сортів у багатьох країнах світу.

Переважна більшість короткостеблових форм пшениці містить один, два або три гени карликовості (rht_1; rht_2, rht_3). Успадкування міцності соломи у пшениці контролюють кілька полімерних генів. Забарвлення зерна у пшениці, як установив Н.Г. Нільсон-Еле, зумовлене існуванням трьох генів червоного забарвлення (R_1, R_2, R_3).

Трансгресивною мінливістю можна пояснити виведення озимих форм при схрещуванні ярих сортів пшениці в дослідах М.І. Вавилова і Е.С. Кузнецової. Оскільки яровість контролює кілька домінантних полімерних генів, а озимість — їх рецесивні алелі, то в гібридному потомстві може відбуватися комбінування рецесивних генів у генотипі, які зумовлюють озимий спосіб життя.

На виявлення ознак і властивостей гібридного організму впливають також умови зовнішнього середовища. М.І. Вавилов зазначав, що такі важливі ознаки пшениці, як вегетаційний період, зимо- і посухостійкість, урожайність, імунітет до захворювань, якість зерна, не тільки визначаються генотиповими відмінностями, а й залежать від відповідних умов зовнішнього середовища.

Якщо схрещування проводять між формами (сортами), які належать до одного й того самого біологічного виду, то таку гібридизацію називають *внутрішньовидовою*. Цим методом створюють матеріал для виведення нових сортів у більшості груп рослин (самозапильні, перехресні), які здатні утворювати нормальні квітки та зав'язі в результаті запліднення. При таких схрещуваннях, як правило, не виникає істотних ускладнень: гібриди та їх потомства фертильні.

Проте, якщо рослини одного виду не мають певної ознаки, то селекціонер змушений застосовувати схрещування між різними ботанічними видами й навіть родами. Таку гібридизацію називають *віддаленою* (міжвидова, міжродова).

Гібридизація буває природною і штучною. Природна гібридизація поширена серед перехреснозапильних культур, але вона трапляється і в самозапильників. У результаті цього за природних умов виникають спонтанні, тобто самовільні, гібриди.

Штучну гібридизацію здійснює людина. Селекціонер свідомо добирає рослини, які бажано схрестити, щоб у їх потомстві вивести нові форми, в яких тією чи іншою мірою поєднуються цінні господарські ознаки батьків.

5.2. Методика і техніка схрещування

Способи схрещування залежать від біологічних особливостей рослин і здебільшого від біології цвітіння.

Рослини із закритим або відкритим цвітінням, дво- або одностатеві потребують різної підготовки до схрещування і різних способів запилення. Має значення також тривалість життєздатності пилку. Розглянемо методи штучного запилення, які застосовують при схрещуванні.

Примусове (штучне) запилення здійснюють штучним перенесенням пилку з батьківської рослини на материнську. Примусово можна схрещувати більшість видів сільськогосподарських рослин (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Примусове запилення озимої пшениці у фітотроні Миронівського інституту пшениці

При ***обмежено вільному запиленні*** після кастрації материнських рослин на них надівають ізолятори, під які підводяться бать-

ківські рослини із зрілими пиляками. Якщо не збігаються строки цвітіння, то їх вирощують у вегетаційних посудинах і розміщують біля материнських рослин. Більшість селекційних установ застосовують краснодарський метод, за яким зрізані чоловічі рослини вміщують у банки з водою і підводять під ізолятор. Час від часу рослини корисно струшувати. При схрещуванні комахозапильних рослин, наприклад конюшини, під ізолятор пускають комах, які запилюють цю рослину в природних умовах.

Обмежено вільне запилення можна проводити і без ізолятора. Для цього батьківські і материнські рослини висівають почерговими рядами. Перед цвітінням материнські рослини підготовляють до схрещування, потім каструють, а запилення відбувається природно. В цьому разі потрібна просторова ізоляція (до 1 – 2 км) схрещуваних форм від інших сортів.

Вільногрупове запилення відрізняється від обмежено вільного тим, що в цьому разі здійснюють запилення пилком не однієї, а кількох батьківських форм (сортів). Цей метод можна застосовувати під ізоляторами і без них.

Вільне запилення — це метод запилення, який у перехресно-запильних рослин за певних умов відбувається природно. Крім позитивного значення вільного запилення (великий відсоток зав'язування насіння) негативним є вибірковість запилення, що погіршує якість гібридів.

Схрещування у рослин складається з двох робочих операцій: кастрації і запилення.

Кастрація — видалення пиляків з двостатевих чоловічих суцвіть на материнських рослинах. *Запилення* — перенесення пилку з чоловічих форм на приймочки квіток материнських рослин.

Розглянемо методику і техніку схрещування на прикладі пшениці та картоплі.

Пшениця. Кастрацію проводять після виколошування рослин. На колосі видаляють недорозвинені нижні колоски і верхівку колоса. Наступною операцією є видалення з колоска середніх квіток (залишають лише дві бічні). Потім обрізають остисті або остеподібні відростки з невеликою частиною квіткових лусок. У безостих форм верхню частину колоскових і квіткових лусок можна не обрізати. З кожної квітки пінцетом видаляють три пиляки, які містяться між квітковими лусками, не травмуючи приймочки.

Кастровані колоси ізолюють пергаментними або целофановими ізоляторами, етикують і записують у спеціальному журналі.

Для запилення використовують дозрілі пиляки жовтого або жовто-зеленого кольору, які збирають у скляні бюкси. Найсприятливішими для запилення є ранкові (до 10-ї) та вечірні (з 17 до 20-ї) години.

У разі примусового запилення шматочки пиляків з пилком наносять пінцетом на приймочку маточки, яка здатна приймати пилок 7 – 9 діб після кастрації.

При обмежено вільному методі запилення 3 – 5 кастрованих колосів материнського сорту розміщують під один загальний ізолятор. Колоси батьківського сорту зрізають і вміщують у баночки з водою, які, в свою чергу, прив'язують до кілків і розміщують під цим самим ізолятором, щоб вони були вище від колосів материнського сорту.

При вільному вітрозапиленні материнську форму висівають у масиві сорту-запилювача. Перед початком цвітіння колосся материнського сорту каструють, зайві зрізають, щоб уникнути запилення всередині сорту.

При штучному запиленні широко використовують твел-метод, суть якого полягає у наступному. Зрізається з частиною стебла (15 – 20 см) колос пшениці, пилком якого потрібно запилити материнську форму. У цього колоса відрізають верхівки квіткових лусок. Розкривають верх ізолятора на кастрованому колосі і вставляють у нього (верхівкою вниз) цей колос. Тримаючи за відрізок соломини, енергійно прокручують його пальцями. При цьому пилок висипається на приймочки маточок кастрованих квіток. Коли пилок висиплеться, колос витягують, а верхівку ізолятора знову закривають скріпкою.

За природних умов пилок пшениці та інших зернових культур зберігає запліднювальну здатність 30 – 40 хв. При зберіганні зрізаного колосся (запилювача) в холодильнику (t = 0….4 °С) або в бюксі на льоду пилок зберігає життєздатність протягом 6 діб і більше.

Картопля. Квітки фертильних материнських рослин каструють. Для запилення використовують канцелярське перо або пінцет. Відбирають 5 – 8 дозрілих бутонів, решту видаляють. Після нанесення пилку приймочку ізолюють як від власного пилку, так і від побічного. Як ізолятор використовують солому злаків — пшениці, жита, ячменю. Діаметр соломини має бути майже таким самим, як і діаметр приймочки квітки, довжина 1,5 – 2,0 см. Квітки з ягодами вміщують у марлеві мішечки. Як правило, ягоди в полі не достигають, тому їх збирають за 2 – 3 доби до збирання врожаю, і вони достигають у прохолодному приміщенні. Із достиглих ягід відмивають насіння і висушують до повітряно-сухого стану.

Пилок картоплі за природних умов зберігає життєздатність до 8 діб, але для запилення потрібно використовувати пилок упродовж 1 – 3 діб після збирання. Над хлоридом кальцію в ексикаторі, вміщеному в холодильник при мінус 20 °С, життєздатність пилку зберігається протягом кількох місяців.

5.3. Принципи підбору батьківських пар для схрещування

Підбір батьківських форм для схрещування значною мірою визначає успіх гібридизації. В процесі формування гібридів спадковість батьків є основою для створення нової форми. Роль батьківських пар для виведення гібридної рослини полягає в тому, що вони несуть у собі певні можливості для створення нової форми рослин, яка поєднує ознаки обох батьків.

Складність добору батьківських форм для схрещування полягає в тому, що кожна ознака чи властивість батьківських організмів не передається безпосередньо їхньому потомству. У гібридному організмі по-різному поєднуються ознаки і властивості батьківських форм. Вони можуть перекомбіновуватися в кожному поколінні заново.

Поставивши завдання виведення гібридів з тими чи іншими ознаками і властивостями, для схрещування добирають батьківські форми, в яких такі ознаки і властивості виражені максимально. Якщо, наприклад, ставиться завдання створити сорт високоврожайний і стійкий до хвороб, то з усієї різноманітності вихідного матеріалу відбирають одного батька з максимальною продуктивністю, а другого — найстійкішого до хвороб, розраховуючи на те, що в гібридному потомстві можуть поєднуватися ці властивості.

Для успішного добору пар потрібно глибоко вивчити всі цінні господарські ознаки й біологічні властивості намічених для схрещування компонентів, їх історію, а також умови, за яких у них краще розвиваються ознаки і властивості, що цікавлять селекціонера. Тільки після цього можна зупинити свій вибір на певній батьківській парі.

Таке повне і всебічне вивчення вихідного матеріалу часто непосильне для одного селекціонера і здійснюється за участю інших спеціалістів: фізіологів, генетиків, фітопатологів, ентомологів, біохіміків, технологів та ін.

До добору пар для схрещування селекціонер повинен підходити творчо, але існують і певні принципи, якими слід керуватися.

Еколого-географічний принцип добору батьківських пар. Добір пар для гібридизації за принципом еколого-географічної віддаленості має ті переваги, що виведені гібридні форми є продуктивнішими і життєздатнішими. Ще Ч. Дарвін зазначав, що схрещування організмів, вирощених за різних умов середовища, дає більш життєздатне потомство. Еколого-географічний принцип добору батьківських пар І.В. Мічурін сформулював так: «Чим далі відстоять між собою пари схрещуваних рослин-батьків за місцем їх батьківщини і умовами їх середовища, тим легше пристосовуються до умов

середовища в новій місцевості гібридні сіянці»[1]. Використовуючи такий принцип добору батьківських пар, він вивів сорт груші Бере зимова Мічуріна схрещуванням уссурійської груші і Бере рояль, яблуні Бельфлер-китайка (гібрид між Бельфлером жовтим американським і китайською яблунею) та інші сорти плодових культур.

За різних еколого-географічних умов під дією ґрунтово-кліматичних чинників створюються відповідні екотипи рослин. Так, західноєвропейська група озимих пшениць відрізняється хорошим розвитком, великою кущистістю, крупними колосом і зерном, високою продуктивністю. Всі сорти цієї групи тепло- і вологолюбні. Пшениці центральноєвропейської групи менш вибагливі до умов життя. Вони порівняно зимо- і посухостійкі. Екотипи Східної Азії (Японія, Східний Китай, Корея) є скоростиглими, низькорослими, теплолюбними. Пшениці степового типу є скоростиглими, мають тонку соломину, середнє кущіння, більш зимостійкі, ніж екотипи вологого клімату.

Суть методу добору батьківських форм за еколого-географічним принципом полягає в тому, щоб ознаки і властивості, які зосереджені між географічно й екологічно віддаленими сортами і формами, поєднувалися в одному сорті у потрібному співвідношенні.

Схрещування географічно віддалених форм озимої пшениці широко проводили в Краснодарському НДІ сільського господарства під керівництвом академіка П.П. Лук'яненка. Як материнські форми використовували переважно вітчизняні сорти, пристосовані до місцевих умов. Чоловічими формами були закордонні сорти пшениці, які відрізняються цінними господарськими ознаками і біологічними властивостями. Наприклад, сорт Маркіз (Канада) має коротке стебло, не вилягає, не осипається, стійкий до бурої іржі, зерно з добрими борошномельними і хлібопекарськими властивостями. Сорт Клейн (Аргентина) скоростиглий, має коротке стебло, не вилягає, стійкий до іржі.

У родовідній сорту Безоста 1 використовувались екологічні типи пшениць з країн різних континентів: Англії, Аргентини, Угорщини, Нідерландів, Іспанії, Італії, Китаю, колишнього СРСР, США, Уругваю, Японії. Цим методом добору батьківських пар та індивідуальним добором в Краснодарському НДІ сільського господарства виведено багато сортів озимої пшениці, з них найбільшу посівну площу займав сорт Безоста 1. У цьому сорті вдало поєднані висока врожайність з відмінними властивостями зерна і стійкістю до вилягання та іржі, що, безумовно, пояснюються її походженням.

---

[1] *Мичурин И.В.* Сочинения: В 4 т. — М., 1948. — Т. 1. — С. 502.

На Білоцерківській дослідно-селекційній станції (А.А. Горлач) виведено сорт озимої пшениці Білоцерківська 198 — гібрид від схрещування Еритроспермум 15 × Ковейл з США.

Із сучасних сортів озимої пшениці інтенсивного типу, виведених схрещуванням географічно й екологічно віддалених форм, можна назвати: Південну зорю (ступінчаста гібридизація Безостої 1 і Прибій х французький сорт Копеллі) та Обрій [Ред Рівер 68 (США) × × Одеська 51], Струмок {[(Ред Рівер 68 × Одеська 51)^2 × Прибій] × × Південна зоря}. У Миронівському інституті пшениці ім. В.М. Ремесла для створення сортів з підвищеною зимостійкістю та імунітетом і хорошими властивотями зерна до гібридизації залучають широкий сортимент світових ресурсів. На його основі створено зимостійкі напівкарликові лінії, а також сорти з потенційною врожайністю 90 – 100 ц/га: Миронівська 61 [Іллічівка × Лінія 6508/75 (Німеччина)] тощо.

При доборі батьківських пар на основі еколого-географічного принципу часто спостерігаються трансгресії та новоутворення, що пов'язано з відмінностями їхніх генотипів, з можливістю комбінування у новостворених гібридних форм і сортів властивостей та ознак батьків.

Еколого-географічний принцип добору батьківських пар при гібридизації — основний у сучасній селекції у нас і за кордоном.

Добір батьківських пар за елементами продуктивності. Для створення нового сорту, який мав би сукупність цінних господарських ознак і властивостей, потрібно добирати вихідні компоненти з відповідними ознаками й властивостями. Головною ознакою, за якою слід добирати батьківські пари й оцінювати гібридний матеріал, є урожайність, що виражається в кількості одержаної продукції з однієї рослини або з одиниці площі.

Вивчення вихідного матеріалу за елементами структури врожаю дає змогу селекціонеру визначити, чим зумовлений відносно однаковий рівень урожайності: в одного сорту — більшою кількістю продуктивних стебел, в іншого — більшою озерненістю колоса або масою 1000 насінин.

Добираючи батьківські пари за принципом, щоб один з батьків доповнював іншого за максимальним виявленням різних елементів структури врожаю, створюються передумови для виведення більш високоврожайних гібридів. Проте добір батьків для схрещування за таким принципом має обов'язково супроводжуватися селекцією за іншими ознаками і властивостями, які зумовлюють урожайність (імунітет, зимо- і посухостійкість, короткостебловість тощо).

Добір батьківських пар за тривалістю окремих фаз вегетації. Створення скоростиглих сортів — одна з важливих проблем селекції. Поєднання в одному сорті короткого вегетаційного періоду з високою продуктивністю допоможе розв'язати важливі проблеми

сільського господарства, особливо стосовно ярих культур. Скоростиглі сорти в північних районах «відходять» від грибних хвороб, надмірного зволоження в період достигання зерна й осінніх приморозків.

Однак це завдання надзвичайно важке, оскільки рослини з коротким вегетаційним періодом менше нагромаджують органічних речовин. Розв'язати його можна, виходячи з того, що тривалість вегетаційного періоду — генетично складна властивість, зумовлена полігенністю, і складається з тривалості окремих фаз вегетації: проростання насіння, сходи, кущіння, вихід у трубку, колосіння (викидання волотей), цвітіння, формування зерна, молочна, воскова і повна стиглість.

У сортів з однаковим вегетаційним періодом тривалість окремих фаз може бути різною. Тому, добираючи для схрещування сорти з різною тривалістю окремих фаз, можна досягти поєднання найкоротших з них, а отже, створити скоростиглий сорт. Однак при цьому потрібно, щоб вихідні батьківські форми відрізнялися між собою тривалістю фаз: у одного сорту короткими мають бути одні фази, в другого — інші. Для виявлення таких сортів проводять фенологічні спостереження, відмічаючи початок кожної фенофази.

Важлива роль у розв'язанні проблеми скоростиглості належить видовому і сортовому розмаїттю, зосередженому в національних колекціях.

Вивчення видів пшениці показало (В.Ф. Дорофєєв), що серед них є такі, які зберігають короткий вегетаційний період сходи — колосіння за різних температурних умов.

М.І. Вавилов зазначав, що вегетаційний період можна розглядати як суму відрізків часу, необхідних для проходження окремих стадій розвитку. Пшениці розрізняють за способом життя залежно від строків колосіння: ультраскоростиглі ярі (викидають колос через 30 – 40 діб), пізньостиглі озимі (викидають колос більш ніж через 250 діб).

При просуванні пшениці із заходу на схід та з півночі на південь простежується скорочення вегетаційного періоду.

Географічна мінливість періоду сходи — колосіння залежить від освітлення, а періоду колосіння — дозрівання — від температури. За чутливістю до довжини дня виокремлені такі групи рослин: короткого дня, довгого дня, нейтральні й проміжні, а співвідношення світла й темряви має важливе значення для фотоперіодизму. Найменш варіабельний міжфазовий період сходи — колосіння, він є сортовою ознакою.

Наступна фаза розвитку — колосіння — дозрівання залежить від умов вирощування (А.І. Носатовський). Триваліший період формування зернівки відповідає X – XI етапам органогенезу і характерний для сортів інтенсивного типу.

Строки дозрівання сортів озимої пшениці залежать від періоду колосіння — чим раніше він настає, тим швидше відбувається дозрівання (С.Ф. Лифенко).

На ранніх етапах онтогенезу у скоростиглих форм рослин виявлено особливості, які можна використовувати для ранньої діагностики скоростиглості: більша швидкість проростання насіння у скоростиглих сортів пшениці порівняно із середньостиглими; прискорений розвиток кореневої системи й першого листка у скоростиглих сортів пшениці. Для рослин з коротким вегетаційним періодом характерна також висока швидкість росту тканин вегетативних органів. Це стимулюється підвищеною активністю гідролітичних процесів — найраніших біологічних процесів, які визначають ріст зародка.

Природа генетичного контролю скоростиглості складна. Успадкуванню тривалості вегетаційного періоду властивий домінантний характер. При діалельних схрещуваннях виявлено високий ступінь домінування скоростиглої батьківської форми.

Період сходи — колосіння контролюється генами алельних і неалельних взаємодій. Серед ярих пшениць виявлено зразки з генами *Vrn,* які реагують на яровизуючі температури. Успадкуванню періоду сходи — колосіння властивий трансгресивний характер.

Результати багатьох досліджень показують, що тривалість періоду від колосіння до дозрівання фенотипово мінлива. В озимої пшениці цей період становить 36 – 46 діб залежно від температури, інтенсивності інсоляції, наявності елементів живлення, а також від вологості ґрунту і повітря. Для селекції озимої пшениці найціннішими є форми з відносно раннім колосінням і тривалішим періодом наливання зерна.

Великих успіхів у створенні скоростиглих сортів озимої пшениці досяг Донський селекційний центр зонального НДІ сільського господарства (Російська Федерація). Тут створено шедевр поєднання скоростиглості і високої продуктивності — сорт Донська напівкарликова, виведений гібридизацією скоростиглого сорту Русалка (Болгарія) із середньостиглим сортом місцевої селекції Северодонська. Він виколошується на 6 – 9 діб раніше за стандарт Ростовчанка, достигає на 3 – 4 доби раніше і перевищує стандарт за врожайністю на 28 %.

Добір батьківських пар за стійкістю сортів до хвороб. При селекції на стійкість до хвороб недостатньо добирати для схрещування сорти, стійкіші до тієї або іншої хвороби. Потрібне попереднє вивчення характеру стійкості, врахування расового складу паразитів, установлення причин стійкості, умов, що підвищують або знижують цю стійкість, тощо. Керуючись цими даними, добирають пари для схрещування.

Незважаючи на успіхи, досягнуті в галузі хімічного захисту рослин від хвороб, використання стійких сортів є єдиним економічно вигідним способом боротьби до деяких найпоширеніших і шкідливих патогенів. Увага до стійкості сортів особливо посилилась останнім часом завдяки турботам про охорону біосфери від забруднення пестицидами.

Витрати на створення стійких сортів при середньому використанні їх упродовж 10 років окуповуються в десятки, а в деяких випадках і в сотні разів. Підраховано, що повне забезпечення країни стійкими до шкідливих організмів сортами може дати приріст урожаю, який дорівнює приблизно ефекту від розширення посівних площ на 20 – 25 %. Крім того, перехід на масове висівання стійких сортів автоматично зумовить перегляд технології захисту рослин з метою вилучення з неї громіздких та дорогих заходів.

Імунітет і патологія рослин. Імунітет — це три різних за природою явища непошкоджуваності рослин.

1. Імунними називають усі види, роди й родини, які не уражені завдяки тому, що вони і паразит у філогенезі не вступали у взаємозв'язок (абсолютний імунітет, недоторканість).

2. Імунними називають також види, роди й родини рослин, які в минулому пошкоджувалися певним видом паразита, але завдяки вузькій його спеціалізації стали вже непошкоджуваними (родовий, видовий і відносний імунітет).

3. Імунними називають сорти, види й роди рослин, до яких паразит пристосувався, тобто інфекція сприймається, але оскільки у рослин виникли захисні властивості, вони слабко пошкоджуються або зовсім не пошкоджуються за умов зараження (відносний імунітет типу надчутливого або захист рослин системою властивостей, які можна виявити анатомічним, гістологічним, фізіологічним або біохімічним дослідженнями).

Взаємовідносини між рослиною і паразитом. Взаємовідносини рослин і грибного паразита в інфекційному процесі складаються з трьох етапів: заспорення, зараження і власне паразитизму. На всіх етапах інфекційного процесу рослина захищається від паразита.

Перший етап — *заспорення*. Це нанесення інфекційного навантаження на рослину повітряними течіями, комахами, іншими чинниками. Під інфекційним навантаженням розуміють кількість одиниць паразита: вірусів, бактерій, грибів. На цій основі всі особливості рослин, які сприяють зменшенню інфекційного навантаження, можна вважати їх першою захисною особливістю. Наприклад, відкритоквітучі рослини пшениці мають на приймочках квіток більше спор збудників сажки, ніж закритоквітучі, тобто закрите цвітіння — це захист, оскільки воно зменшує інфекційне навантаження.

Другий етап — *зараження*. Воно починається з моменту переходу паразита в активний етап і триває доти, доки між паразитом і рослиною-живителем не встановляться взаємовідносини, які називають паразитизмом.

Процес зараження складається з проростання спор і проникнення росткової трубки (первинної гіфи) в тканини рослини-живителя. Цей процес відбувається по-різному в різних сортів, оскільки стимулювальні і пригнічувальні речовини виділяються рослинами в різних кількісних відношеннях. Це також можна розглядати як захисну особливість сорту. Деякі грибні збудники проникають у рослини через кутикулу. Тому товщина кутикули є ознакою захисної сили рослин.

Третій етап — власне *паразитизм*. Це живлення патогена за рахунок рослини-живителя. Спочатку процес має прихований характер (інкубаційний період), а закінчується видимим виявленням — пошкодженням.

Специфічність інфекційного процесу починається з моменту позбавлення живої рослини продуктів живлення. Рослини-живителі мають різні захисні особливості, які обмежують активність паразита: некрозоутворення; фунгіцидність (бактерицидність) тканини — утворення речовин, які отруюють або обмежують розвиток паразита; харчова несумісність — коли паразит не знаходить у рослині потрібних для живлення речовин.

Некрозоутворення призводить до відмирання окремих клітин, і паразити не можуть розвиватися в мертвій тканині, а тому гинуть. Найкраще цю захисну реакцію вивчено у хлібних злаків до іржастих грибів. За появою певних крапок і плям (мертвих клітин) на листках злаків визначають ступінь імунності сортів.

Типи стійкості. На основі своїх досліджень Я. ван дер Планк розробив концепцію про два основних типи стійкості:

1) расоспецифічна — дуже ефективна, але діє лише до певних рас паразита і зумовлена основним геном (одним, двома і т. д.), графічно зображується вертикальною лінією;

2) нерасоспецифічна, або польова, — менш ефективна, зумовлена багатьма генами, діє незалежно від расової диференціації паразита, графічно зображується горизонтальною лінією.

Расоспецифічна, вертикальна стійкість ґрунтується на реакції надчутливості до певних рас патогена при відмиранні клітин, якщо в них проникає гіф гриба або вірусна частина.

Причиною відмирання клітини є пошкодження мембран вакуолі, які містять фенольні сполуки. Вони потрапляють у цитоплазму, де окиснюються. Речовини, що утворилися, не тільки спричинюють загибель клітини, а й отруюють паразита, що проник у них.

Стійкість сорту, яку контролюють окремі гени, зменшується з появою нових високоспеціалізованих рас патогена і тому забезпечує лише тимчасовий захист від хвороби. Стійкі сорти, що стикаються з новими, більш вірулентними або такими, які раніше рідко траплялися, расами патогена, втрачають свою стійкість. Налічується понад 200 рас листкової іржі, близько 20 рас сажки пшениці, 16 рас фітофтори тощо.

Нерасоспецифічна (польова) стійкість стабільніша, оскільки має полігенну природу і пов'язана з певними захисними властивостями сорту. Польова стійкість формується в процесі природного і штучного добору впродовж тривалого періоду. Вона виявляється досить рівномірно відносно більшості рас паразита.

Сорти з польовою стійкістю можуть протистояти всім расам у полі за найрізноманітніших умов, незважаючи на зміни в расовому складі паразита. Такі сорти становлять велику виробничу і селекційну цінність.

Шедевр селекції — озима пшениця Безоста 1 — характеризувався високим рівнем нерасоспецифічної (горизонтальної) стійкості до іржі і летючої сажки. Високим рівнем горизонтальної стійкості відзначався також такий відомий сорт ярих пшениць, як Саратовська 29.

Серед закордонних сортів пшениці до борошнистої роси і жовтої іржі стійкі англійські сорти Маріс Віаджен і Маріс Бейкон, французький сорт Капітол комплексно стійкий до бурої, жовтої, стеблової іржі та борошнистої роси. Високу цінність за комплексним імунітетом мають ярі болгарські сорти пшениці Дмитрівка 518, Дмитрівка 52, сорти пшениці із Близького Сходу, Японії. Стійкі до трьох видів іржі сорти пшениці із США Пілот, Фронтана, Ньюсез та ін.

Висока польова стійкість до фітофтори властива сортам картоплі Аквіла, Аміла, Анціла, Голубоквітка, Корнелія, Фалькс, Еверест, Спартан, Сусана, Грета, Флоріта, Хуаніта, Еленіга. Дослідження Інституту картоплярства УААН свідчать про відносну стійкість вітчизняних сортів, які рекомендуються використовувати як одну з батьківських форм: Гібридна 14, Прикарпатська, Карпатська, Мімоза, Поліська рожева, Багряна, Ясень, Луговська та ін. При створенні нових сортів польову стійкість слід використовувати як основу імунітету. Додатково їм потрібно надавати специфічної стійкості, зумовленої основними генами, яка забезпечує вищий рівень стійкості до існуючих рас паразита.

П.П. Лук'яненко розробив метод добору пар, який ґрунтується на різних типах стійкості в різні фази вегетації. Деякі рослини, наприклад гібрид Канред × Фулкастер 266287, стійкі до іржі в період сходи — кущіння, а стійкість інших сортів, наприклад Феругінеум 622, виявляється після виходу в трубку. Схрещуючи такі форми,

П.П. Лук'яненко створив нові сорти озимої пшениці (Кубанська 131, Кубанська 133), які відзначалися комплексною стійкістю до бурої і стеблової іржі і слабко уражалися жовтою іржею.

Біологічні раси паразитів залежно від імунності рослин. У природі паразити перебувають у вигляді популяції біотипів. Особини одного й того самого біотипу мають однакові спадкові особливості, тобто належать до одного генотипу. Один біотип відрізняється від іншого біотипу паразита того самого виду спадковими ознаками: морфологічними, фізіологічними тощо. З усіх цих ознак різну сприйнятливість сортів рослин до одного біотипу паразита було покладено в основу поділу паразитів на раси.

Паразитну расу справжніх паразитів фітопатологи визначили за здатністю до сприймання або імунітетом групи сортів виду рослин при штучному зараженні біотипами паразита, що вивчається.

Нові раси патогенів виникають у природі внаслідок мутацій. Темпи еволюції патогенів нині вищі, ніж темпи створення нових імунних сортів рослин. Відповідно до теорії поєднання еволюції рослин-живителів і патогена (М.І. Вавилов) вони мають загальні центри формотворення. Так, на батьківщині картоплі в Мексиці зосереджена вся різноманітність рас збудників однієї з найшкідливіших хвороб картоплі — фітофтори.

Батьківщиною пшениці й основним центром її формотворення є Мала Азія і Закавказзя. Тут було виведено також найстійкіші до іржі види й форми цієї культури.

Осередками расоутворення патогенів є посіви селекційних центрів. Там, де створюються нові сорти, виникають нові раси збудників.

Типи стійкості до бактеріальних хвороб. Більшість хвороботворних бактерій проникає в рослини-живителі лише через природні отвори чи поранення. Кількість, розмір і морфологія продихів і їх розміщення на поверхні рослини-живителя, тобто генетично контрольовані ознаки, можуть впливати на сприйнятливість конкретних генотипів живителя до бактеріального зараження.

Відмінності між стійкими і сприйнятливими рослинами не стають очевидними доти, доки бактерії не проникнуть у міжклітинники або судини ксилеми живителя. Тоді стійкість, яка може виявитися, належатиме до одного з двох типів: 1) зумовлена чинниками; що були до інокуляції, 2) індукована, тобто зумовлена реакцією рослини-живителя на інокуляцію.

Чинники стійкості можуть передбачати різні механізми: міжклітинна рідина живителя може бути непридатною для швидкого розмноження конкретного збудника внаслідок незадовільної буферності чи осмотичного потенціалу. Відсутність відповідних поживних речовин у цих рідинах може пригнічувати ріст бактерій.

Реакції несумісності між конкретними живителями і генотипами бактерій, як правило, пов'язані з надчутливістю. В реакціях надчутливості бактеріальні клітини пасивно проникають у підпродихову порожнину живителя і починають розмножуватися. Безпосередньою реакцією на зараження є відмирання клітин живителя, сусідніх з клітинами бактерії. Після цього бактеріальні клітини також відмирають. Це обмежує поширення інфекції.

Успадкування стійкості. Хоч уже є дані, що головні гени контролюють стійкість до багатьох збудників, генетика стійкості до бактеріальних хвороб часто суперечлива, оскільки успадкування стійкості залежить не тільки від генотипу конкретних живителя і збудника, а й від умов зовнішнього середовища, в якому вирощувалися ці генотипи.

Типи стійкості до вірусних хвороб. Застосовують шість типів стійкості, які поділяють на дві головні групи. До першої групи належать: витривалість відносно вірусу; стійкість до накопичення вірусу в зараженій рослині-живителі; стійкість, яку називають імунітетом; стійкість, зумовлену швидким відмиранням заражених тканин. Друга група пов'язана з тенденцією відходу від хвороби і передбачає: стійкість до інокуляції; стійкість до переносників.

Стійкість до грибних хвороб поділяють на кілька типів: стійкість до самого збудника; відхід від хвороби або від наслідку хвороби (рис. 5.2).

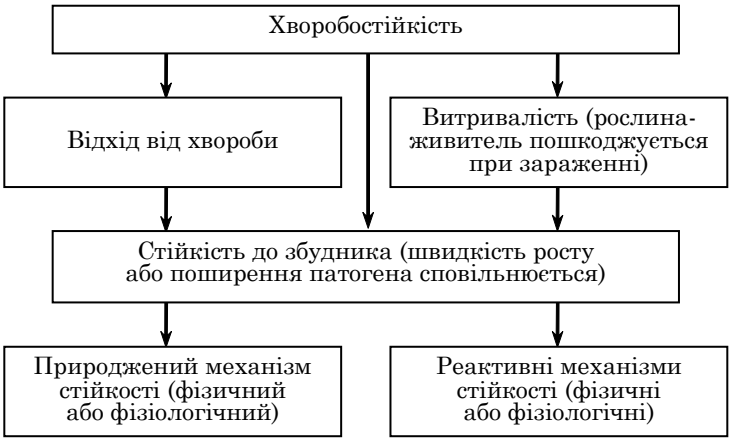


Рис. 5.2. Класифікація різних теоретичних типів стійкості рослини-живителя до грибних хвороб (Г.Е. Раселл, 1982)

Відхід від хвороби може набувати різних форм, частина з яких забезпечує ефективну боротьбу з хворобою в польових умовах. Наприклад, ріжки (грибна хвороба суцвіть зернових культур), яку спричинює Glaviceps purpurea, не уражує сорти пшениці та ячменю, квітки яких залишаються закритими в період запилення. В таких сортів спори не мають можливості проникнути в квітку і заразити приймочку, поки вона перебуває в сприйнятливій стадії.

Цвітіння закритих квіток — яскравий приклад стійкості, зумовлений механізмом відходу від хвороби, при якому перешкодою для зараження є неможливість тісного контакту збудника і його живителя.

Інша форма відходу від хвороби (морфологічного характеру) трапляється при септоріозі пшениці (Septoria nodorum). Спори Septoria зазвичай поширюються бризками дощових крапель з листка на листок, заражаючи послідовно розміщені листки на стеблі. Проте у сортів пшениці з високою соломиною і довгими міжвузлями розсіювання спор бризками менш ефективне, ніж у більш короткостеблових сортів. Верхні листки довгосоломистих сортів залишаються відносно вільними від септоріозу за умов природного поширення хвороби в полі, хоч часто вони дуже сприйнятливі до Septoria при штучному зараженні.

Прямостоячий характер росту зернових може сприяти відходу їх від борошнистої роси.

Стійкість до грибних збудників має відношення до будь-якої успадкованої ознаки рослини-живителя, яка перешкоджає обживатися або рости певному збуднику хвороби. Це відрізняється від відходу від хвороби. Так, кутикулу, або оболонку, клітин епідермісу, які недоступні для проникнення збудника, можна розглядати як механізм відходу від хвороби. Навпаки, непроникність стінки внутрішньої клітини можна класифікувати як стійкість до збудника, оскільки сама рослина-живитель була б заражена.

Поселенню грибного збудника можна запобігти механізмами стійкості, що існують до інокуляції або активуються інокуляцією. Попередньо існуючі перешкоди поселенню можуть бути фізичними або фізіологічними. Деякі збудники не здатні заселяти клітини живителя із сильно лігнованими стінками, що діють як фізичний бар'єр. Проте вони можуть бути й фізіологічним бар'єром, оскільки стінки не так легко руйнуються ферментами збудника, а також можуть містити токсичні для грибів сполуки, наприклад ферулову кислоту. Різниця між осмотичними тисками живителя і збудника також може бути фізіологічним бар'єром для поселення збудника в тканинах живителя.

Клітини рослини-живителя, в які вже поселився збудник, часто швидко відмирають унаслідок їх надчутливості. Збудники, які зу-

мовлюють надчутливість клітин конкретного генотипу живителя, вважають несумісними з цим живителем.

Надчутливі клітини утворюють сполуки, багато з яких містять феноли; вони не тільки токсичні для грибів, а й автотоксичні. Отже, клітини фактично вбивають самі себе. Можливо, збудник може загинути в результаті дії двох різних механізмів: безпосередньо від дії токсинів рослини-живителя або непрямим шляхом, оскільки клітини живителя відмирають і не здатні підтримувати облігатного паразита. Останні дослідження показали, що надчутливість є швидше наслідком, а не причиною стійкості.

Стійкість, що ґрунтується на надчутливості, забезпечує пригнічення багатьох грибних хвороб, наприклад фітофторозу картоплі і борошнистої роси ячменю. Це пригнічення тимчасове, адже зумовлюється розвитком і поширенням конкретних збудників, що перемагають стійкість рас. Сорти картоплі, які мають *R*-гени надчутливості до збудника фітофторозу, сприйнятливі до ізолятів, які не спричинюють надчутливих реакцій у таких сортів. Сорти ячменю з надчутливістю до деяких ізолятів Erisiphe graminis також сильно пошкоджуються іншими ізолятами.

Надчутливість зумовлює ситуацію, за якої забезпечується специфічний взаємозв'язок між конкретними генами живителя і збудниками. У зв'язку з цим виникла концепція залежності «ген за ген» між живителем і збудником. Про рослини, заражені тією чи іншою мірою, але не сильно пошкоджені цим зараженням, говорять, що вони витривалі (толерантні) до цієї хвороби. Витривалі рослини не впливають на розвиток конкретного збудника, який, у свою чергу, мало впливає на рослину.

Витривалі сорти селекціонери використовують недостатньо, оскільки вони можуть бути джерелом інфекції для інших, менш витривалих сортів. Тому бажано витривалість відносно грибів використовувати лише в поєднанні з іншими формами стійкості.

Витривалість може бути виражена по-різному, наприклад меншим впливом хвороби на швидкість росту патогенів, коренів або на врожай насіння.

Джерелом стійкості грибних захворювань можуть бути пристосовані до місцевих умов високоврожайні сорти, менш придатні сорти, завезені з інших континентів світу. Джерела стійкості до хвороб можуть бути також індуковані фізичним або хімічним мутагенезом.

Успадкування стійкості. Механізм успадкування стійкості до тієї чи іншої хвороби визначає, які методи селекції мають бути використані.

При моногенній стійкості (визначається одним геном) різниця між стійкими і сприйнятливими сортами дуже помітна, розщеплення відбуваються в простих пропорціях. На жаль, моногенно контро-

льована стійкість до хвороб расоспецифічна і, як правило, не захищає рослину при появі нових рас збудників.

Олігогенну стійкість контролює невелика кількість генів, кожний з яких має свою дію. Така стійкість зумовлена комплексом різних механізмів стійкості. Кожний із таких механізмів визначається одним геном або простим механізмом, який контролює кілька генів. Поєднання різних типів стійкості, навіть коли кожний з них контролює поодинокий ген, може бути складнішим для пристосування збудника, ніж один механізм стійкості.

Полігенна стійкість може бути пов'язана з одним, але складним механізмом, таким як чинник відходу від хвороби. В інших випадках полігенна стійкість може зумовлюватися кількома незалежними механізмами, частину з яких контролюють головні, а решту — другорядні гени.

Іноді на стійкість рослин до грибних хвороб впливають плазмогени (гени цитоплазми). Прикладом є реакція кукурудзи на Cochliobolus heterostrophus — гриб, який спричинює гельмінтоспоріоз качанів, стебел і листків. Деякі різновиди цього збудника уражують гібриди кукурудзи з цитоплазмою техаського типу, але не уражують сорти з цитоплазмою іншого типу.

Залучення як вихідного матеріалу стійких форм і їх гібридизація з кращими за продуктивністю селекційними лініями при наступному випробуванні на польових інфекційних фонах давно стало практикою селекціонерів. Найпослідовніше всі етапи цієї роботи відображені в програмі селекції озимої пшениці на стійкість до хвороб Краснодарського НДІ сільського господарства ім. П.П. Лук'яненка. Інший проект програми селекції на стійкість до хвороб здійснюється в Міжнародному центрі поліпшення пшениці й кукурудзи (CIMMYT) у Мексиці, де широке екологічне випробування створеного селекційного матеріалу в різних і провокаційних для розвитку хвороб умовах є одним із найважливіших етапів селекційної роботи.

Широке використання вертикальної (расоспецифічної) стійкості селекції деяких культур не забезпечило значних успіхів у цьому напрямі, тому було створено кілька проектів: виведення стійких сортів за безперервною програмою (A.L. Hooker), мультилінійних сортів (N. Borlaug), конвергентних сортів з максимальною кількістю головних генів (R. Rudorf).

Правильне використання вертикальної стійкості (за Я. ван дер Планком, 1979) виявляється в чергуванні сортів з різними генами в часі і просторі та в комбінації з горизонтальною стійкістю. Остаточне рішення автор пропонує приймати залежно від того, які гени стійкості доступні для використання (з селекційного погляду).

Правильно розв'язати питання про використання того чи іншого типу стійкості в певній зоні вирощування культури можна лише на

основі комплексного генетико-популяційного дослідження взаємодії рослини й паразита.

Центральним завданням використання стійкості до хвороб у селекційній роботі є створення такого стану, при якому генетична система живителя домінує над генетичною системою патогена.

Багатолінійні сорти. Багатолінійний сорт — це суміш ліній, однакових за морфологічними і цінними господарськими ознаками, але відмінних за біологічними властивостями. Ці лінії створюються методом зворотних насичувальних схрещувань сорту, занесеного до Реєстру з набором форм (донори). Багатолінійний сорт може бути також продуктом змішування кількох сортів, що мало відрізняються за комплексом господарсько-біологічних ознак.

Багатолінійні сорти мають широку норму реакції на різні умови вирощування. Вони займають великі ареали і забезпечують стабільну врожайність за різних погодних умов. Такими сортами були сорти озимої пшениці Одеська 51, ярого ячменю Донецький 4, гібридна популяція кукурудзи Наддніпрянська 50.

Створення багатолінійних сортів є одним із методів селекції на імунітет. У цьому разі багатолінійний сорт є сумішшю кількох різних стійких генотипів.

Швидке поширення рас гриба з первинного джерела інфекції залежить від кількості сприйнятливих рослин-живителів, доступних для зараження на ранніх стадіях розселення гриба. Відсутність великої кількості таких рослин запобігає розвитку високої концентрації інокулюма, тобто знижує швидкість поширення та кінцеву інтенсивність пошкодження.

Якщо засіяти поле сумішшю кількох ліній сорту, кожна з яких відрізняється від інших здатністю протистояти зараженню особливими расами гриба, то можливість проникнення першої інфекційної спори у сприятливу рослину-живителя, де можуть розвиватися вторинні осередки інфекції, значно зменшується. Кількість спор, які не зможуть знайти для себе живителя, залежатиме від кількості ліній суміші і від ознак, які забезпечують стійкість окремих ліній до хвороб.

Основна різниця між поширенням хвороби на стійкому чистолінійному сорті і в змішаній популяції стійких ліній полягає в тому, що в останньому випадку бар'єр на шляху поширення хвороби діє на всіх стадіях розселення збудника, тоді як у першому випадку він діє одноразово. При зараженні стійкого чистолінійного сорту однією спорою нової раси, здатної перебороти стійкість, не може бути ніякого бар'єра до наступного швидкого поширення хвороби.

Проте використання сумішей звичайних районованих сортів не розв'язує цього питання, оскільки сучасні способи переробки продукції потребують її однорідності. Тому слід виводити такі лінії-сорти,

які б не відрізнялися один від одного за агрономічними та якісними ознаками, а їх відмінності полягали б лише в здатності протистояти хворобам. Перші багатолінійні сорти, які мали стійкість до стеблової іржі, були впроваджені у виробництво в Мексиці. Тепер за програмами селекційних робіт, пов'язаних зі створенням багатолінійних сортів, працюють у багатьох країнах світу.

5.4. Типи схрещувань. Робота з гібридними поколіннями

Залежно від біологічних властивостей культури, характеру вихідного матеріалу, вимог до майбутнього сорту при гібридизації застосовують такі види схрещувань.

Прості схрещування здійснюють між двома рослинами, з яких одна є материнською, а друга — чоловічою. Запліднення, тобто злиття яйцеклітини із спермієм, відбувається на материнській рослині. Прості схрещування можна проводити між двома сортами одного виду або різних видів і родів, унаслідок чого утворюються міжсортові, міжвидові та міжродові гібриди. Прості схрещування називають ще *парними*. При парних схрещуваннях ($A \times B$), якщо вдало підібрані батьківські сорти, можна швидко вивести форми, які відповідають певним вимогам. Цим методом виведено багато сортів сільськогосподарських культур. Так, сорти озимої пшениці Миронівська 67 отримано з комбінації (Миронівська 27 × Миронівська 61, Прима одеська з комбінації Юннат одеський × Федорівка, сорт ярого ячменю Чудовий — схрещуванням Зоряний × Мішка, сорт картоплі Зов схрещуванням — сортів Поліська 36 × Поліська рожева.

Різновидом парних схрещувань є *реципрокні* (взаємні) схрещування, в яких кожна з двох (сортів, ліній) виступає як материнська в одному схрещуванні і як батьківська — в іншому. Їх можна зобразити як $A \times B$ і $B \times A$. Ці схрещування проводять з рекогносцирувальною метою, щоб виявити, яку з форм краще взяти як батька і як матір. Від цього можуть залежати результати схрещування, якщо розвиток ознаки (будь-якої) контролюють гени не тільки ядра, а й цитоплазми. Генетичний вплив цитоплазми виявляється не самостійно, а як наслідок взаємодії плазмону з генами ядер.

Крім того, від вибору материнської форми часто залежить частка зав'язування гібридного насіння при внутрішньовидових і, особливо, віддалених схрещуваннях.

О.В. Сергеєв при вивченні реципрокних схрещувань різних сортів ячменю зазначив, що в більшості випадків у комбінаціях, де як материнські форми взято продуктивні в зоні сорти, гібриди від прямих схрещувань давали вищий урожай, ніж від зворотних. Особ-

ливо це було помітно при схрещуванні різних за продуктивним кущінням сортів. Гібриди від схрещування, де як материнський був узятий сорт з низьким продуктивним кущінням, як правило, мали знижену густоту стояння рослин і меншу врожайність (табл. 5.1).

Таблиця 5.1. **Характеристика гібридів від реципрокних схрещувань різних за продуктивним кущінням сортів ячменю**

Сорт, гібрид	Врожай, % до Вінера	Продуктивне кущіння, %
Майя	113,1	97,2
Майя × Вінер	108,1	103,1
Вінер × Майя	118,7	105,8
Вінер × Комбайнер	104,2	82,9
Комбайнер × Вінер	98,4	75,5
Комбайнер	88,7	74,2

Г.В. Пустовойт вказував на значення вибору материнської форми при віддаленій гібридизації соняшнику. Так, при комбінації схрещування видів H. tuberosus × H. annus на один кошик зав'язувалося 2,3 сім'янки; при зворотній комбінації H. annus × H. tuberosus — 52,5; H. subcanenscens × H. annus — 5,3, а H. annus × H. subcanenscens — 32,8 сім'янки.

При *множинних* схрещуваннях (полікросах) материнська рослина запилюється сумішшю пилку кількох батьківських форм. Схематично це можна зобразити формулою

$$A \times (B + C + D + E),$$

де *A* — материнський сорт чи лінія; *B, C, D, E* — чоловічі форми. На множинних схрещуваннях ґрунтується селекційний метод полікросів.

До простих схрещувань належать також топкроси і діалельні схрещування. Їх найчастіше використовують для визначення загальної і специфічної комбінаційної здатності ліній та сортів при селекції на гетерозис.

У топкросі лінії або сорти, що вивчаються, схрещують з однією спеціально підібраною формою (тестером або аналізатором). Якщо тестер має широку генетичну основу, то за його даними оцінюють загальну комбінаційну здатність.

Діалельні схрещування передбачають одержання гібридів між усіма сортами чи лініями, що вивчаються. Кількість усіх можливих поєднань при схрещуванні певної кількості ліній або сортів можна обчислити за такими формулами:

- для діалельних реципрокних схрещувань

$$n(n - 1);$$

♦ тільки для прямих комбінацій

$$\frac{n(n-1)}{2},$$

де n — кількість форм, використаних у гібридизації.

Складні схрещування. Якщо при гібридизації використовують більше ніж дві батьківські форми або якщо гібрид повторно схрещують з однією з батьківських форм, то такі схрещування називають *складними*. Складні схрещування можуть бути зворотними і східчастими.

Зворотні схрещування полягають у тому, що виведений від простого парного схрещування гібрид знову схрещується з якимось із батьків (материнським або чоловічим компонентом), наприклад $(A \times B) \times A$ або $(A \times B) \times B$. Цей метод схрещування застосовують тоді, коли потрібно посилити вплив того чи іншого батьківського компонента на гібридне потомство. Багаторазове зворотне схрещування гібридів з однією з вихідних батьківських форм, частку якої у гібриді бажано посилити, називають *насичувальним*. Кожне наступне схрещування гібридного потомства називають *бекросом*.

Багаторазове насичувальне схрещування, коли з кожним бекросом частина чоловічого ядерного матеріалу в гібридній зиготі збільшується, називають *поглинальним*. Після шостого бекросу ця частка становить 99,2 %, тобто материнська ядерна спадковість майже повністю витісняється чоловічою. Поглинальні схрещування широко використовують при створенні стерильних аналогів з використанням ЦЧС у селекції на гетерозис.

Схему насичувального схрещування можна записати так:

$$A \times B \rightarrow AB \times B \rightarrow ABB \times B \rightarrow ABBB \times B \rightarrow ABBBB \text{ тощо.}$$

Прикладом зворотних схрещувань при виведенні сортів озимої пшениці можуть бути сорти: Краснодарська 46 [(Безоста I × Одеська 16) × Безоста 1]; Волинська 2 [(Knirps × Micon) × Micon]; сорт проса Сонячне [(номер 891/7 × Радуга) × Радуга].

Зворотні схрещування часто використовують при міжвидовій гібридизації картоплі, де одним з компонентів схрещування є культурний сорт (S. tuberosum), а другим — вид з диких родичів культурної картоплі. Так, І.Г. Пушкарьов при схрещуванні дикого виду картоплі S. demissum з культурним сортом Гранат (S. demissum × × Гранат) створив гібриди, які майже не відрізнялися від S. demissum. Вони мали дрібні бульби, довгі столони, були маловрожайними, але стійкими до фітофтори. Гібриди від зворотного схрещування [(S. demissum × Гранат) × Гранат] мали великі бульби, врожайність

на 1 кущ понад 300 г, а також були стійкими до фітофтори. З цих гібридів виведено сорт Фітофторостійкий 8670.

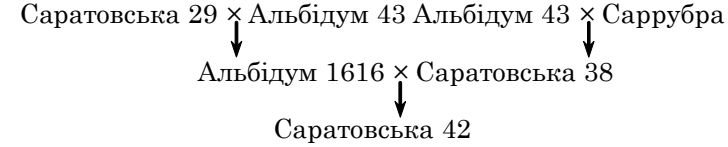
Східчасті схрещування дають можливість поєднати в гібридному організмі спадковість кількох батьківських форм. Отже, в східчастих схрещуваннях у комбінації беруть участь більше ніж дві батьківські форми. При східчастих схрещуваннях спочатку проводять звичайні парні схрещування. Такі гібриди або вже виведені з них сорти знову схрещують з третім сортом або з іншим гібридом для створення досконалішого сорту. Отже, до схрещування можна залучити 3 – 5 і більше сортів. Східчаста гібридизація зумовлює виведення гібридних сортів, які об'єднують цінні властивості кількох батьківських сортів. Східчасті схрещування можна подати у вигляді таких формул:

$$[(A \times B) \times B\} \times Г;$$

$$[(A \times B) \times [B \times Г] \times Д.$$

Метод східчастої гібридизації вперше успішно застосував селекціонер О.П. Шехурдін, який працював у НДІ сільського господарства Південного Сходу (Саратов). Методом складної східчастої гібридизації було створено сорти м'якої ярої пшениці Лютесценс 53/12, Альбідум 43, Саратовська 29, Саратовська 4 та ін.

Розглянемо схему створення методом складної східчастої гібридизації сорту ярої пшениці Саратовська 42:

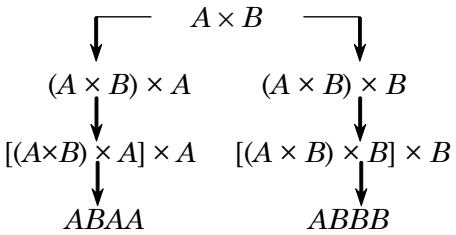


Складну східчасту гібридизацію з використанням георафічно віддалених форм застосовували: П.П. Лук'яненко — для створення сорту озимої пшениці Безоста 1; А.А. Горлач — Білоцерківська 198.

Методом східчастої гібридизації виведено сучасні сорти озимої пшениці: Тіра [(Одеська 75 × Велютінум) × Прибій] × Промінь × Юннат одеський; Напівкарлик 3 [(Карлик 1 × Миронівська 808) × Харківська 631]; Деметра (МІП, Ј3 — {[NS 26 – 99, Сербія × Московська 60, Росія) F_1 × Sadovo super, Болгарія]F1 × MV-103, Угорщина}F_1 × Миронівська 27; сорт картоплі Смачний [(гібрид 3109 × Октябрьонок) × Катюша]; сорт вівса Мирний [(Льговський 1026 × Фламандський) × складний гібрид (62 × 90) × (63 × 75)].

До складних схрещувань належать конвергентне і міжгібридне.

Конвергентне схрещування (від лат. convergere — наближатися) ґрунтується на застосуванні паралельних зворотних схрещувань різних сортів-донорів з тим самим рекурентним батьком для передачі йому одночасно кількох цінних ознак. Схематично конвергентні схрещування можна зобразити так:



У бекросах від схрещування з материнським сортом *A* добір ведуть здебільшого за ознаками батьківського сорту *B*, і навпаки, в інших бекросах добір проводять переважно за ознаками материнського сорту *A*. Метод конвергентної селекції дає змогу передавати поліпшуваному сорту не тільки два, а й більше генів та ознак.

При *міжгібридних схрещуваннях* спадковість батьків об'єднують не послідовно, як при східчастій гібридизації, а паралельно, через попереднє створення простих гібридів і наступне схрещування їх. Наприклад, спадковість чотирьох ліній можна об'єднати в гібридному потомстві протягом 2 років, проводячи схрещування за такою схемою:

Батьківські лінії або сорти	*A, B*	*C, D*
Парні схрещування за 1-й рік	$A \times B$	$C \times D$
Завершальні схрещування за 2-й рік	$(A \times B) \times (C \times D)$	
Гібридне потомство	$[(A \times B) \times (C \times D)]$	

Як видно із схеми, спочатку виводять прості гібриди, а потім схрещують їх між собою. Так створено сорт озимої пшениці Переяславка — (Миронівська 30 × Українка одеська) × (Миронівська 31 × × Українка одеська).

Методика роботи з гібридними поколіннями. Масштаб схрещування залежить від вивченості батьківських форм. За даними багатьох селекціонерів, потрібно проводити схрещування по 100 і більше комбінаціях. У деяких селекційних установах по кожній комбінації каструють по 100 – 200 колосів (20 квіток у кожному) для

того, щоб мати достатню кількість зерен і не менше ніж 200 – 600 рослин у F_1. При цьому в F_2 по кожній комбінації можна вивчити кілька тисяч родин.

У Краснодарському НДІ сільського господарства при селекції озимої пшениці щороку проводять схрещування кількох сот комбінацій. По кожній комбінації каструють і запилюють 100 – 200 колосів або 2000 – 4000 квіток, щоб в F_1 мати сотні рослин, а в F_2 — десятки і сотні тисяч.

У Міжнародному центрі з поліпшення пшениці й кукурудзи в Мексиці (CIMMYT) щороку проводять 5 – 6 тис. комбінацій схрещування, що дає можливість створити велику кількість різноманітного вихідного матеріалу для селекції.

Основні індивідуальні добори в гібридних популяціях проводять у ранніх поколіннях гібридів (F_2 і F_3). Елітні рослини відбирають у польових умовах за важливими біологічними властивостями: стійкістю до листкової іржі, висотою і міцністю соломи, ранньостиглістю і продуктивністю по колосу. По кожній комбінації висівають 200 ліній і більше. Всього в селекційних розсадниках щороку висівають близько 10 – 25 тис. гібридних ліній, що дає змогу виділити контрастніші, відносно константні й найцінніші в селекційному відношенні лінії, морфологічні ознаки й біологічні властивості яких закріплюються в ранніх поколіннях гібридів.

Виділені в селекційному розсаднику константні за стійкістю до іржі та за іншими ознаками лінії (вони становлять 3 – 5 % від загальної кількості) вивчають без подальших доборів до конкурсного сортовипробування. Якщо в останньому виділяються вже перспективні лінії, які перевищують стандарт за продуктивністю та іншими ознаками, то в них можна проводити повторні індивідуальні й групові добори.

Для цього закладають розсадники добору, в яких бракують лінії, що відхиляються від основного сорту за біологічними властивостями і морфологічними ознаками. Насіння всіх типових ліній змішують і розмножують для подальшого вивчення у державному сортовипробуванні в Українському інституті експертизи сортів рослин.

У Миронівському інституті пшениці ім. В.М. Ремесла в основних комбінаціях каструють і запилюють 10 – 20 колосів, у рекогносцирувальних — обмежуються кастрацією 5 – 10 колосів, а загальна кількість комбінацій становить 200 – 250. Схрещування проводять при обмежено вільному запиленні.

Одержане в рік схрещування гібридне насіння (F_0) висівають у розсаднику F_1, де забезпечується високий агрофон для доброго розвитку гібридів. Перше покоління гібридів одноманітне за морфологічними ознаками при домінуванні ознак одного з батьків. Для

порівняння ознак та оцінювання гібридів крім гібридів кожної комбінації висівають батьківські форми. В гібридному розсаднику першого покоління збирають індивідуально кожну рослину з комбінації і висівають її насіння на окремій ділянці в F_2. Потомство однієї гібридної рослини, відібраної в F_1, становить родину. Серед родин F_2 незначна їх кількість одноманітна за морфологічними ознаками, більшість — розщеплюється. Тому в F_2 селекціонер має великий вибір форм, що його цікавлять. Залежно від цінності комбінації в кращих родинах відбирають 25 – 80 і більше рослин, а в цілому по комбінації — 100 – 300. Насіння з кожної відібраної рослини в F_2 висівають на окремій ділянці.

У третьому поколінні, коли з'являється велика кількість константних родин (6 – 15 %), відбирають продуктивні, а також цінні за іншими ознаками родини для висіву насіння в контрольному розсаднику. Серед кращих родин, що розщеплюються в F_3, проводять індивідуальний добір рослин для формування гібридного розсадника F_4.

Метод пересіву. Інколи застосовують метод пересіву, який полягає в тому, що, починаючи з F_1, у наступних поколіннях ($F_5 – F_6$) усі гібриди кожної комбінації висівають разом, без поділу їх на родини або лінії. Впродовж усього часу добір не проводиться. Лише через 5 – 6 років пересіву із загальної маси починають відбирати господарсько-цінні гібриди, розраховуючи на те, що в перші роки відбувається розщеплення і тільки в наступних поколіннях можна очікувати появи константних форм. Починаючи з $F_5 – F_6$, відбирають кращі рослини, які характеризують господарську цінність гібридів.

Відібрані рослини розмножують і випробовують окремо по родинах. Гібридні константні родини з цінними господарськими ознаками відбирають як перспективні і вводять у розсадники випробування. Гібриди продовжують розмножувати, піддають подальшому добору доти, доки не будуть виділені господарсько цінні константні гібриди.

Істотним недоліком методу пересіву є те, що селекціонер не може спостерігати за розвитком колишньої гібридної родини. При цьому також можливі зайві витрати на розмноження малоцінних гібридних форм.

Особливості роботи з гібридними поколіннями перехреснозапильних культур. Міжсортову гібридизацію нині широко використовують у селекції перехреснозапильних культур. При цьому треба схрещувати велику кількість рослин (це зумовлено самою природою перехреснозапильників) для виявлення всіх можливостей схрещуваних особин. Обмежена кількість родоначальних форм не забезпечує повного виявлення властивостей популяції.

Щоб отримати у жита 1 кг гібридного насіння, треба каструвати 1000 – 1500 колосів.

На відміну від самозапильних культур селекція перехреснозапильних видів не може ґрунтуватися на виділенні гомозиготних генотипів. Це пов'язано, по-перше, з тим, що у перехреснозапильних культур унаслідок аутбридингу рослин утворюються гетерозиготні генотипи, кожний з яких певною мірою відрізняється від усіх інших генотипів цієї популяції. По-друге, примусове самозапилення перехреснозапильних культур, особливо кілька років підряд, призводить до інцухт-депресії потомства. Отже, використовувати тут метод педигрі так, як і під час роботи із самозапильниками, не можна. У зв'язку з цим у роботі з гібридними поколіннями перехреснозапильних культур користуються іншими методами. Зокрема, щоб запобігти інцухт-депресії, яка виникає при багаторазовому індивідуальному доборі, застосовують метод родинно-групового та індивідуально-родинного добору. Використовуючи перший метод, насіння відібраних рослин висівають окремо родинами, об'єднуючи їх у групи на основі подібності морфологічних і господарських ознак, а також біологічних властивостей. У межах кожної групи відбувається вільне перезапилення. За другим методом насіння з відібраних елітних рослин висівають родинами, ізольовано одну від одної. Рослини перезапилюються між собою в межах родини.

Упродовж кількох років проводять повторні добори за такими самими ознаками, і так триває доти, доки в посіві гібридів не буде досягнуто достатньої морфологічної вирівняності рослин і високих показників господарської цінності. Якщо в процесі розмноження гібридної популяції буде виявлено особливо видатну форму рослин, то її слід виокремити і далі розмножувати ізольовано від інших форм, уникаючи перезапилення.

Особливості роботи з гібридними поколіннями вегетативно розмножуваних культур. До групи вегетативно розмножуваних рослин належить значна кількість важливих сільськогосподарських культур: картопля, топінамбур, часник, цукрова тростина, багато квіткових і всі плодові та ягідні.

Вегетативне розмноження здійснюється бульбами, цибулинами, кореневою порослю, кореневищами та іншими органами. Статеві гібриди вегетативно розмножуваних рослин відрізняються від статевих гібридів рослин, розмножуваних насінням, тим, що ці гібриди можна розмножувати вегетативно, починаючи з F_1. Так, у селекції картоплі застосовують такий метод: висівають гібридне насіння F_0, одержане від схрещування батьківських форм; з них виростають рослини, що утворюють бульби, які далі є органами розмноження. При переведенні картоплі на вегетативне розмноження немає роз-

щеплення. Отже, будь-яка відібрана цінна родоначальна рослина, незалежно від того, гомозиготна вона чи гетерозиготна, може бути широко розмножена вегетативно. Це дає змогу селекціонерові на будь-якому етапі роботи виділяти цінні з селекційного погляду елітні рослини і закріплювати їхні властивості вегетативним розмноженням.

У селекції вегетативно розмножуваних рослин (картопля) роботу з гібридними поколіннями проводять так: гібридне насіння від схрещування висівають і одержують генеративне покоління (сіянці), у наступному році — перше бульбове покоління. Подальшу роботу, пов'язану з розмноженням, формуванням гібридів і їх оцінюванням проводять на вегетативних (бульбових) поколіннях.

Контрольні запитання і завдання

1. Значення внутрішньовидової гібридизації у створенні вихідного матеріалу і нових сортів. **2.** Викладіть методику і техніку схрещувань. **3.** Які ви знаєте типи схрещувань і методи роботи з гібридними поколіннями? **4.** Які досягнення має селекція за використання внутрішньовидової гібридизації?

Розділ 6
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ВІДДАЛЕНОЇ ГІБРИДИЗАЦІЇ В СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН

6.1. Міжвидові і міжродові схрещування

Схрещування рослин, які належать до різних ботанічних видів і родин, називають *віддаленою гібридизацією* (міжродовою та міжвидовою).

Принципова значущість методу віддаленої гібридизації полягає в тому, що він дає змогу не тільки поліпшувати сорти існуючих культурних рослин, а й створювати зовсім нові, невідомі раніше культури, тоді як при внутрішньовидовій гібридизації всі зміни мають характер часткових варіацій ознак певного виду.

Відомо, що віддалена гібридизація відіграла дуже важливу роль в еволюції багатьох рослин. Вона мала вирішальне значення в походженні таких рослин, як пшениця, тютюн, бавовник, соняшник, слива, вишня.

Про віддалену гібридизацію людина знала давно і використовувала її в практичних цілях. Проте відсутність теоретичної основи тривалий час залишала гібридизацію на рівні випадкових пошуків і знахідок.

Метою віддаленої гібридизації є: поліпшення виду передачею йому однієї або кількох ознак від іншого виду; одержання нового вираження ознаки, яке не властиве жодному з батьків внаслідок дії комплементарних генів; отримання алоплоїдних видів підсумуванням кількості наборів хромосом двох видів, одержання ефекту гетерозису у віддалених гібридів.

Засновником експериментального виведення віддалених гібридів у рослин є німецький ботанік Й.Г. Кельрейтер, який працював в Російській академії наук. У 1759 р. він провів схрещування двох видів тютюну (Nicotiana paniculata × Nicotiana rustica). У наступні роки здійснив схрещування і дістав гібриди від 50 різних видів. Й.Г. Кельрейтер довів, що безплідність гібридів першого покоління можна подолати методом повторного запилення однією з батьківських форм. Він уперше відмітив також явище гетерозису у гібридів першого покоління.

Після виходу в світ праці Ч. Дарвіна «Походження видів» і наступних досліджень стало очевидним, що вищий етап освоєння природи з метою поповнення асортименту культурних рослин пов'язаний з гібридизацією форм не тільки всередині виду, а й особливо між видами і родами.

Проте без досліджень І.В. Мічуріна і Л. Бербанка віддалена гібридизація ще не була методом селекції. Окремі випадки створення міжвидових гібридів закінчувалися констатацією їх безперспективності внаслідок стерильності гібридів.

Своїми дослідженнями І. В. Мічурін довів, що віддалена гібридизація є одним із ефективних і дійових методів втручання людини в спадкову природу рослинного організму. Створивши на основі цього методу низку цінних сортів плодових та ягідних культур, І.В. Мічурін показав велике практичне значення віддаленої гібридизації. Не менших успіхів він досягнув і в розвитку теорії віддаленої гібридизації. Йому належить значний внесок у вивчення таких важливих питань, як добір батьківських пар, домінування, подолання несхрещуваності.

Велику увагу вивченню віддаленої гібридизації приділяв видатний американський селекціонер Л. Бербанк. Широко відомі створені ним плумкоти — гібриди сливи (Prunus) і абрикоса (Armeniace).

Вагомий внесок у розвиток віддаленої гібридизації зробив М.І. Вавилов. Зібрані ним і його співробітниками колекції різних культур стали джерелом створення цінних гібридних сортів сільськогосподарських культур.

Робота з віддаленою гібридизацією стикається з деякими труднощами, пов'язаними з несхрещуваністю батьківських форм і стерильністю віддалених гібридів. Над розв'язанням цих питань багато і успішно працював Г.Д. Карпеченко, який знайшов шляхи подолання стерильності віддалених гібридів. Йому вдалося вивести плодючі капустяно-редькові гібриди.

Розгорнуті на початку 30-х років XX ст. роботи М.В. Цицина, пов'язані зі схрещуванням пшениці з пирієм та іншими видами, відкрили широкі перспективи для практичного застосування методу віддаленої гібридизації в сучасних умовах.

Значний внесок у теорію і практику віддаленої гібридизації зробили Г.К. Мейстер і Н. Г. Мейстер — щодо схрещування пшениці з житом; О.П. Шехурдін, А.О. Сапєгін, Л.А. Сапєгін — твердої пшениці з м'якою; Ф.Г. Кириченко синтезував цінні сорти озимої твердої пшениці. Цікаві дослідження з гібридизації пшениці з багаторічним житом проводив А.І. Державін, який створив багаторічні форми жита з культурним неламким колосом. Над створенням зимостійких для умов Сибіру форм пшенично-житніх амфідиплоїдів працював В.Є. Писарев. В Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва А.Ф. Шулиндін вивів 42-хромосомні тривидові тритикале від запилення гібридів F_1 (м'яка пшениця х жито) пилком гексаплоїдних тритикале, які створені схрещуванням твердої пшениці з житом.

Широко відомі сорти тютюну вивів М.Ф. Терновський у процесі складної гібридизації культурних і диких видів. Особливо широко й

успішно метод гібридизації застосовують у селекції картоплі. Значних успіхів у цьому напрямі досягли І.І. Пушкарьов, С.М. Букасов, О.Я. Камераз, А.А. Осипчук і А.А. Підгаєцький.

Від схрещування різних видів соняшнику В.С. Пустовойт і Г.В. Пустовойт одержали урожайні сорти з високою стійкістю до хвороб.

Метод віддаленої гібридизації успішно застосовують у селекційній роботі вчені багатьох країн (США, Канади, Англії, Швеції, Франції, ФРН, Італії та ін.).

Результати, одержані в нашій країні і за кордоном, переконливо доводять високу ефективність цього методу, який дає змогу докорінно змінювати спадковість рослинного організму і створювати нові цінні види, форми і сорти рослин.

6.2. Світові рослинні ресурси і віддалена гібридизація

Ботанічна різноманітність видів культурних і диких рослин, їх поліморфізм є багатою основою для робіт з віддаленої гібридизації.

Відомо понад 200 тис. видів покритонасінних рослин, а людина використовує в культурі всього близько 250 видів (0,12 %). Проте серед диких родичів культурних рослин є види, що мають такі ознаки й властивості, які слабко виражені або яких не мають сучасні сорти.

У ВІР завдяки дослідженням М.І. Вавилова та його колег, а також інших селекціонерів нагромаджено цінний матеріал, який розкриває ботанічний склад родів і видів культурних рослин, їх географію, екологію, історію, філогенію, систематику, генетику, фізіологію, селекційне використання тощо.

Виключне значення для віддаленої гібридизації мають хлібні рослини родини злакових (Graminea Juss), за міжнародним кодексом ботанічної номенклатури — родини тонконогових (Poaceae Barnhart).

Пшениця — порівняно поліморфний рід, який охоплює диплоїдні ($2n = 14$), тетраплоїдні ($2n = 28$) та гексаплоїдні ($2n = 42$) види. З диплоїдних видів для селекції перспективною є дика однозернянка T. monococcum, в якої вміст білка в зерні становить 30 % і більше. Культурна однозернянка T. monococcum має високий імунітет до грибних хвороб.

Тетраплоїдна група найбільша і включає дикі й культурні види. Серед цієї групи видів найціннішим є вид T. timopheevii. Це найбільш імунний вид пшениці в світі, він також може бути джерелом цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС). Вид полби T. di-

coccum в Україні і за кордоном використовують у селекції на імунітет до іржі та на якість зерна.

Серед твердих пшениць T. durum встановлений М.І. Вавиловим підвид horanicum є цінним за скоростиглістю і посухостійкістю. За його участю створено сорти твердої пшениці осіннього висівання Шарн, Хоранка, Анбугде 13 та ін.

Із гексаплоідних видів особливої уваги заслуговує кулястозерна пшениця (T. sphaerococcum) за круглу форму зерна. Для цього виду характерні також короткостебловість, стійкість до вилягання при зрошенні і в загущених посівах. Інтерес для селекції на імунітет у поєднанні з ЦЧС має вид T. zhukovskyi.

Октоплоїдні види ($2n = 56$) людина створила штучно. T. timonovum Heslot et Ferrary, виведений французьким ботаніком Есло з T. timopheevii, має високу стійкість до грибних хвороб, може бути джерелом ЦЧС для м'якої пшениці. T. fungicidum, створений П.М. Жуковським від схрещування T. carthlicum і T. timopheevii з наступним обробленням F_1 0,02%-м розчином колхіцину, характеризується високою стійкістю до грибних хвороб. Пшениці октоплоїдних видів малосумісні з гексаплоїдними видами.

Уся різноманітність сортів культурного вівса представлена видами Avena sativa і Avena byzantina. Візантійський овес широко використовується в селекційній роботі в США і Канаді. Більшість сортів вівса в цих країнах виведено з використанням зазначеного виду.

У колишньому СРСР методом міжвидової гібридизації посівного і візантійського вівса створено сорт Льговський 1026, який займав у виробництві до 400 тис. га. Піщаний овес (A. strigosa) доцільно використовувати для виведення сортів на зелений корм і сіно. В США для схрещування використовують вид A. fatua, оскільки він зимостійкий.

Значний інтерес має використання методу віддаленої гібридизації в селекції зернобобових культур. У селекційному відношенні перспективу мають види гороху Pisum elatius за хорошу виповненість бобів і високу насіннєву продуктивність; P. abyssinicum — для виведення скоростиглих сортів.

У селекції вики доцільно використовувати посухостійкі і високоврожайні на зелену масу види Vicia atropurpurea Desf, V. monanthos L. і V. dosycarpa Tem.

При створенні сортів сої кормового використання проводять схрещування з напівкультурною і дикорослою соєю Далекого Сходу.

У ВІР та Інституті картоплярства УААН зібрано дуже багатий генофонд картоплі, який широко використовують при віддаленій гібридизації. Світова колекція картоплі має сотні зразків диких і тисячі культурних видів Південної Америки. Багато диких видів

картоплі мають цінні властивості, яких немає у сортів, виведених з використанням внутрішньовидової гібридизації. Так, S. commersoniana стійкий до раку, парші, чорної ніжки, вірусів *A* і *Y*, стеблової нематоди, колорадського жука, приморозків, має підвищений вміст крохмалю і сирого протеїну.

Найцікавіші для селекції види картоплі входять до серії Tuberosa, Andigena, Transaeguatorialia, Acaula, Glabrescentia, Commersoniana, Demissa, Longipedicellata, Polyadenia, Pinnatisecta.

Усі види, які належать до північноамериканських серій, стійкі до фітофторозу, але в селекції найчастіше використовують вид S. demissum, оскільки він добре схрещується з S. tuberosum.

Форми, імунні до вірусу *X,* знайдені у видів S. acaule, S. punae, S. schreiteri, S. tarijense, до вірусів *Y* і *A* — у видів S. stoloniferum, S. chacoense.

До вірулентних рас раку стійкі форми S. andigenum, майже всі форми S. acaule.

Вихідним матеріалом, стійким до бактеріальних хвороб, можуть бути культурні диплоїдні види S. phureja, S. rybinii, S. stenotomum і дикі види S. acaule, S. chacoense тощо.

Як джерела стійкості до нематоди можуть використовуватися тетраплоїд S. andigenum, дикі види S. oplosense, S. spegazzinii.

Гірські культурні види Колумбії та Болівії відзначаються цінними властивостями — відсутністю періоду спокою бульб, завдяки чому можна вирощувати два врожаї на рік, використовуючи для літнього висаджування свіжозібрані бульби.

У деяких видів спостерігається високий вміст білка, крохмалю, вітаміну С, знижений вміст соланінів. Ці зразки стали вихідним матеріалом для виведення сортів з новими властивостями.

6.3. Теоретичні основи віддаленої гібридизації

Г.Д. Карпеченко розрізняє дві основні групи віддалених схрещувань: конгруентні та інконгруентні.

Конгруентні схрещування — батьківські форми, незважаючи на відмінності в генах, мають «відповідні» хромосоми, які можуть нормально кон'югувати, комбінуватися у гібридів, не зумовлюючи значного зниження життєздатності.

При *інконгруентних схрещуваннях* батьківські форми мають «невідповідні» хромосоми або іншу їх кількість, у результаті чого гібриди F_1 виявляються частково або повністю стерильними, оскільки в цьому разі хромосоми одного батька не можуть бути замінені хромосомами другого.

До конгруентних схрещувань належать схрещування різних географічних рас або різновидів. Подібні схрещування мають для селекціонерів особливе значення. Проте у межах виду або серед видів далеко не відразу і не завжди можна дібрати такі пари, які б при схрещуванні давали плодючі гібриди.

А.О. Сапегін (1928), досліджуючи цитологічно гібриди між різновидами пшениці, зазначав, що у деяких з них простежуються порушення в мейозі і частіше тоді, коли батьківські форми походять з віддаленіших (географічно) областей.

Усю різноманітність віддалених схрещувань умовно поділяють на три групи (Ю.Л. Гужов).

До першої групи належать схрещування між спорідненими видами з однаковою кількістю хромосом гомологічної структури, коли гібридне потомство є плодючим. Фертильність зумовлюється нормальним проходженням мейозу і кон'югацією хромосом. Такий результат спостерігається при схрещуванні м'якої і кулястозерної пшениць, посівного і візантійського вівса, кукурудзи і теосинте, звичайного і перуанського бавовнику, деяких видів арахісу, томатів тощо.

До другої групи належать схрещування видів одного роду, що відрізняються за геномним складом. Ці гібриди мають високу стерильність через порушення мейозу, і утворювані гамети відрізняються за кількістю і складом хромосом, внаслідок чого стають нежиттєздатними. Щоб міжвидовий гібрид був фертильним, у схрещуванні види повинні мати принаймні деяку кількість цілком або частково гомологічних хромосом.

Якщо гібридизація різних видів здійснюється на диплоїдному рівні, то нестача деяких хромосом у гаметах гібрида або важливих генів практично завжди супроводжується їх загибеллю. Тому гібриди між диплоїдними видами, які істотно відрізняються за структурою хромосом, зазвичай стерильні. Це спостерігається при міжвидовій гібридизації рису, бавовнику, джуту та інших рослин.

При схрещуванні диплоїдних видів з тетраплоїдними зав'язування насіння також низьке (у пшениці менш ніж 10 %). Ще важче схрестити диплоїдну пшеницю з гексаплоїдною.

Гібридизація поліплоїдних видів відбувається легше. Фертильні гібриди виникають навіть тоді, коли батьківські види перебувають на різних рівнях плоїдності, але це можливо за умови, що батьківські види мають спільні геноми. Наприклад, м'яка і тверда пшениці, геномні формули яких відповідно *ААВВДД* і *ААВВ,* схрещуються порівняно легко, оскільки в обох видів є спільні геноми *А* і *В.*

При схрещуванні видів, які відрізняються за кількістю і структурою хромосом, розщеплюване гібридне потомство за комплексом ознак здебільшого наближається до батьківських типів. Проміжні

форми трапляються значно рідше, ніж можна було б чекати. Вони константні й поступово елімінуються з популяції.

До третьої групи належать найвіддаленіші міжродові схрещування. Схрещування й передача ознак від одного роду до іншого ускладнюються зі збільшенням у них генетичних, цитологічних і морфологічних відмінностей.

Однією з перших класичних праць з міжродової гібридизації було дослідження Г.Д. Карпеченка із схрещуванням редьки ($2n = 18$) з капустою ($2n = 18$). У цих дослідах рослини F_1 були або зовсім стерильні, або давали невелику кількість насіння. Г.Д. Карпеченко вперше показав, що стерильність віддалених гібридів можна усунути підсумовуванням соматичних наборів хромосом схрещуваних видів.

Нині до міжродових схрещувань вдаються дуже часто. Останнім часом на зернових культурах найінтенсивніше вивчають пшенично-пирійні, пшенично-житні, пшенично-елімусні, пшенично-егілопсні, пшенично-ячмінні гібриди.

6.4. Ускладнення при віддаленій гібридизації та їх подолання

Основними труднощами, з якими стикаються при віддаленій гібридизації, є несхрещуваність генетично далеких видів, несхожість гібридного насіння і стерильність гібридів.

Несхрещуваність видів, її причини та методи подолання. Головна причина несхрещуваності різних видів і особливо родів зумовлена їх генетичною ізоляцією, несумісністю генотипів.

А.Ф. Шулиндін визначив такі типи несумісності.

Прогамна несумісність виявляється до запліднення. Складні фізіолого-біохімічні міжвидові зв'язки починають виявлятися з моменту проростання пилку і пилкових трубок у тканинах приймочки і маточки, внаслідок чого пилкові зерна на приймочках квіток або не проростають (жито х ячмінь), або пилкові трубки деформуються, здуваються на кінцях і гинуть у тканинах маточки (жито х пшениця). Іноді спермії доходять до зародкового мішка, але запліднення не відбувається (пшениця х кукурудза).

Сингамна несумісність спостерігається в період подвійного запліднення. В цьому разі можливі такі аномалії: повна відсутність запліднення (спермії затримуються в синергіді або в просторі між яйцеклітиною і центральною клітиною), часткове, або одинарне, запліднення. Часткове запліднення може відбуватися у формі злиття спермія лише з яйцеклітиною за відсутності злиття його з центральною клітиною або навпаки. Другий спермій при цьому залишається в синергіді або дегенерує.

Ембріональна несумісність виявляється після нормального запліднення, в період розвитку проембріо і початкових стадій утворення ендосперму. Спостерігаються сповільнений поділ клітин гібридного насіння, структурні зміни ендосперму, відсутність диференціації зародка на органи. Цей процес закінчується лізисом вмісту насіння, який зумовлюється невідповідністю метаболізму його і материнської рослини. Ці явища іноді можна усунути вирощуванням недорозвиненого гібридного насіння на штучних живильних середовищах за стерильних умов.

Постембріональна несумісність виявляється, по-перше, в нездатності гібридного насіння проростити за наявності зародка й ендосперму, по-друге, в загибелі сходів. Останнє найчастіше виявляється в міжвидових гібридах сортів ярої твердої пшениці з озимою м'якою.

Найпопулярнішим серед усіх методів подолання несхрещуваності тривалий час був запропонований І.В. Мічуріним метод попереднього вегетативного зближення. Тепер здебільшого використовують інші мічурінські методи: попереднє щеплення з метою зближення фізіологічного стану тканин; метод посередника; запилення сумішшю пилку.

Попереднє щеплення застосовують тоді, коли рослини різних видів звичайним шляхом не схрещуються між собою. Прищеплювання однієї рослини на другу змінює хімічний склад тканин, осмотичний тиск у клітинах тощо. Це збільшує ймовірність проростання чужих пилкових трубок у маточці материнської рослини. Застосовуючи цей метод, І.В. Мічурін схрестив грушу з горобиною, які зазвичай не схрещуються між собою. Пшенично-елімусні рослини було виведено методом попередньої пересадки зародка пшениці на ендосперм елімуса.

Метод посередника полягає в подоланні несхрещуваності двох видів за допомогою третього. Якщо види *A* і *B* не схрещуються між собою, то вид *A* схрещують з близьким видом *C,* а гібрид, що утворюється, з видом *B.* У результаті цього в гібриді поєднуються хромосоми й ознаки трьох видів.

За цим методом в Інституті рослинництва (Харків) виведено сорт ярої твердої пшениці Харківська 46 за участю трьох видів — тургідум, дикокум та дурум. Метод посередника широко застосовують у віддаленій гібридизації картоплі. Наприклад, види серії Acaulia, які важко схрещуються з S. tuberosum, попередньо схрещують з видом S. demissum, а вже потім з S. tuberosum.

Запилення сумішшю пилку різних видів також підсилює схрещуваність за рахунок того, що пилок, який має різний генотип, може взаємно стимулювати ріст її складових, створюючи в маточці умови, сприятливі для проростання різного пилку.

Для подолання несхрещування застосовують також інші методи.

Реципрокні схрещування. Іноді гібридизацію успішно здійснюють в одному напрямі, але не вдається в іншому. Як правило, схрещування здійснюється краще, якщо материнська форма має більшу кількість хромосом.

Якщо один із видів, які схрещуються, має систему самонесумісності, то цей вид пригнічуватиме розвиток пилку виду, що не має такої системи. При реципрокному схрещуванні гальмування не спостерігається.

Укорочування стовпчика. При цьому зменшується відстань, яку пилкова трубка другого виду має подолати, щоб відбулося запліднення. Коли пилок різних видів Tripsacum наносили на стовпчики кукурудзи, пилкові трубки не досягали насінного зачатка. Запліднення легко здійснюється при видаленні частини стовпчика.

Запилення на різних стадіях розвитку стовпчика і приймочки. Раннє запилення часто виявляється успішнішим, ніж проведене тоді, коли приймочка вже набула нормальної сприйнятливості. Так, у капусти вдалося подолати несхрещуваність, запилюючи квіткову бруньку за 1 – 5 діб до розкриття квітки. Це пояснюється тим, що для росту пилкової трубки залишалося більше часу до того, як насінний зачаток дегенерує.

Стимуляція проростання пилку відбувається опроміненням його низькими дозами γ-радіації, ультрафіолетовими і лазерними променями.

Оброблення маточки материнської форми стимуляторами росту. Для подолання несхрещуваності зав'язь обробляють гібереловою або індолілоцтовою кислотою, гетероауксином, 2, 4, 5-Т-трихлорфеноксиоцтовою кислотою тощо. Це стимулює ріст пилкових трубок.

Подвоєння кількості хромосом в однієї або в обох батьківських формах. Попередня поліплоїдія — один із найефективніших методів подолання несхрещуваності.

Наприкінці 20-х років XX ст. Г.Д. Карпеченко встановив, що подвоєння кількості хромосом у віддалених гібридів позитивно впливає на схрещуваність цих гібридів з рослинами інших видів і форм. Так, редько-капустяний амфідиплоїд погано схрещувався з батьківськими формами, але відносно добре — з ріпаком і гірчицею. Він запропонував для підвищення схрещуваності між видами проводити подвоєння кількості хромосом.

Несхрещуваність, яка існує між диплоїдними і тетраплоїдними дикими видами вівса, з одного боку, і гексаплоїдним посівним вівсом, з другого, німецькі селекціонери подолали методом поліплоїдизації вихідних гібридів або використанням заздалегідь створених гексаплоїдних, октаплоїдних і декаплоїдних проміжних форм. Такі

проміжні форми є результатом поліплоїдизації три-, тетра- і пентаплоїдних гібридів, виведених схрещуванням диплоїдних, тетраплоїдних і гексаплоїдних диких видів. Методом поліплоїдії подолано міжвидову несумісність садової суниці (Fragaria grandiflora) з лісовою (F. vesca), міжродову несумісність суниці з перстачем. М.В. Цицин, К.А. Петрова показали, що поліплоїди елімуса краще схрещуються з твердою і карталінською пшеницею, ніж його диплоїди.

При використанні міжвидової гібридизації у тютюну із застосуванням поліплоїдизації М.Ф. Терновський (1970) вивів сорти, імунні та стійкі до тютюнової мозаїки, бактеріальної рябухи, борошнистої роси і трипсу.

Впровадження методу поліплоїдизації зумовило істотне розширення кола використання в селекції диких і примітивних культурних видів картоплі, які раніше не вдавалося схрестити з S. tuberosum. Факти підвищення сумісності S. tuberosum з індукованими поліплоїдами диких і примітивних видів картоплі відзначили багато дослідників. Так, уже в 1940 р. Лівермор і Джонстон засвідчили підвищення сумісності S. tuberosum з тетраплоїдним S. chacoense. У 1951 р. М.С. Свамінатан повідомив про поліпшення схрещуваності культурної картоплі з поліплоїдами S. kesselbrenneri, S. rubini і S. polyadenium. У дослідах Н.О. Лебедєвої (1959) експериментальні поліплоїди S. schreiteri, S. punae і S. antipovieri порівняно легко схрещувалися з селекційними сортами картоплі. Більше того, при використанні в селекції поліплоїдної форми S. bulbocastanum Н.О. Лебедєвій уперше вдалося вивести гібриди цього виду з S. tuberosum. Форми S. bulbocastanum мають високий ступінь стійкості до фітофтори, а також стійкі до макроспоріозу і колорадського жука.

Подолання несхожості гібридного насіння. Інколи віддалені гібриди зав'язують насіння, але воно буває слаборозвиненим і не проростає. Подолати нездатність недорозвиненого насіння до проростання можна методом експлантації зародка, який розвивається на живильному середовищі.

Лейбаху (1929) не вдалося звичайним способом дістати схоже насіння віддаленого гібрида між дикорослими видами льону Linum perense і L. austriacata. Тоді він видалив насіння з недозрілих коробочок через 14 днів після запилення і переніс їх у посудину з 10 – 15%-м розчином тростинного цукру. Через деякий час (15 діб) насіння ставало білим, твердим і потім нормально проростало, але повільніше. Згодом метод експлантації зародків у різних варіантах широко використовували для створення міжвидових гібридів. Як приклад, можна навести схрещування тетраплоїдного виду бавовнику (Gossypium hirsutum) з різними диплоїдними видами, виведення гібридів між різними видами картоплі, буркуну, конюшини,

рису, ячменю, тютюну, гібридів між пшеницею і елімусом (колоснянком).

Щоб визначити ступінь життєздатності гібридного насіння, індійські селекціонери розробили рентгеноскопічний метод аналізу, який дає змогу відокремлювати нормально сформоване насіння від недорозвиненого. Нині відомо багато живильних середовищ для штучного вирощування зародків рослини in vitro.

Безплідність віддалених гібридів, її причини та методи подолання. Віддалені гібриди першого покоління, як правило, безплідні або мають низьку плодючість.

Стерильність віддалених гібридів може мати або хромосомну, або генну основу. *Хромосомна* стерильність зумовлена відмінностями в кількості і структурі хромосом у батьківських форм. При цьому в мейозі у гібрида виявляються також різні аномалії: повна або часткова нездатність хромосом до кон'югації, утворення асоціацій з більше ніж двох хромосом, інверсійні петлі на стадії пахінеми, мости і фрагменти в анафазі, несталу кількість хромосом у мікро- і мегаспорах. Як правило, впорядкованість поведінки хромосом у мейозі прямо пропорційна фертильності гібрида.

Спостерігається повна стерильність гібридів F_1, коли в першій метафазі мейозу всі хромосоми кон'югують, але, можливо, не дуже тісно. Незважаючи на це, гібрид стерильний. Було висловлено припущення, що це пов'язано з комплементарною дією генів у диплоїдній гібридній формі; після подвоєння кількості хромосом у рослин F_1 фертильність гібрида повністю відновлюється. Незважаючи на видиму схожість хромосом обох видів, існують незначні, але важливі структурні відмінності, через які в гаметах гібрида спостерігається нестача якихось генних матеріалів, потрібних для збереження життєздатності. Дж. Стеббінс (США) назвав це явище прихованою структурною гібридністю.

Прихована структурна гібридність за кількома хромосомами призводить до стерильності більшості гамет, але без помітного порушення кон'югації хромосом.

До *генної* стерильності належать випадки стерильності гібридів, які не пов'язані з будовою хромосом. Генна стерильність може виявлятися в тому, що рослина не утворює квіток, що в пилку чи в насінному зачатку або в обох цих органах не відбувається мейоз, або ж мітоз не завершується нормально внаслідок асинапсису чи десинапсису.

Несумісність ядра й цитоплазми також порушує мітотичний поділ клітин при утворенні генеративних органів, а дія окремих генів перешкоджає розвиткові чоловічих і жіночих органів квітки.

Щоб подолати стерильність, застосовують різні методи, основні з яких: подвоєння кількості хромосом; зворотні схрещування у гіб-

ридів; використання фізіологічно активних речовин, хімічних мутагенів та інших чинників.

Головною причиною порушення мейозу у гібридів є невідповідність хромосом у тих видів, які схрещуються, за генним складом, а іноді й за їх кількістю.

Якщо кількість хромосом подвоюється, то кожна хромосома має власного гомолога, в результаті чого кон'югація відбувається нормально, а плодючість гібридів відновлюється.

Амфідиплоїди можуть виникати двома шляхами: гібридизацією з наступним подвоєнням кількості хромосом у гібрида; переведенням вихідних видів на тетраплоїдний рівень і гібридизацією автотетраплоїдів, що утворилися.

Подолання стерильності гібрида F_1 методом поліплоїдизації дає змогу створювати нові константні високоплодючі форми, які поєднують ознаки батьківських видів. Такі форми крім високої продуктивності і стійкості мають також хорошу якість продукції.

Застосування зворотних схрещувань ґрунтується на тому, що жіночі гамети гібрида життєздатніші, ніж чоловічі. Використання для запилення гібрида нормального пилку одного з батьків дає змогу створити на ньому насіння для наступної роботи. Недолік цього методу — повернення в наступних поколіннях до ознак і властивостей тієї батьківської форми, пилком якої проводиться повторне схрещування. Наприклад, при схрещуванні F_1 пшенично-житніх гібридів з пшеницею відновлюється їх фертильність, але ступінь гібридності з кожним зворотним схрещуванням зменшується. Тому іноді гібриди F_1 запилюють пилком третього виду.

6.5. Особливості процесу формотворення при віддаленій гібридизації

У віддалених гібридів F_2 і в наступних поколіннях відбувається бурхливий формотворчий процес. При цьому в розщепленні потомств таких гібридів закономірностей немає.

Друга дуже важлива проблема полягає в тому, що видові ознаки і властивості, особливо філогенетичні, віддалених родів здебільшого не комбінуються, тому перенести цінні спадкові властивості одного виду і роду на інший дуже складно. Це зумовлено еволюційно-генетичною відокремленістю видів і родів.

Несумісність нуклеопротеїдних комплексів визначає негомологічність хромосом, ступінь їх кон'югації, порушення мейозу, мікро-, мега-, споро- і гаметогенезу.

У схрещуванні видів, генетично більш близьких, у межах ботанічного роду іноді можна частково посилити ту чи іншу властивість одного з батьків. Наприклад, у схрещуванні ярої твердої пшениці з озимою м'якою вдається створити сорти озимої твердої пшениці із зимостійкістю, яка наближається до зимостійкості озимої м'якої пшениці.

На основі багаторічних досліджень різних міжвидових гібридів злаків А.Ф. Шулиндін запропонував класифікацію розщеплення віддалених гібридів.

Перша група — тип схрещувань генетично близьких видів пшениць з однаковою кількістю хромосом: T. durum × T. turgidum; T. durum × T. polonicum; T. aestivum × T. sphaerococcum та ін. Для цієї групи характерні нормальне схрещування, відсутність порушень у мейозі, висока фертильність гібридів, невеликий розмах гібридної мінливості, одержання рекомбінацій батьківських ознак.

Друга група — тип схрещування видів з різною кількістю хромосом, наприклад T. aestivum × T. durum, коли при розщепленні відбувається швидке повернення гібридного потомства до вихідних батьківських видів за морфогенетичною структурою. Наприклад, у гібридів деяких тетраплоїдних пшениць (T. durum, T. turgidum, T. polonicum) з гексаплоїдними (T. aestivum, T. compactum, T. spelta) вже в F_2 вищеплюються 28- і 42-хромосомні пшениці зі стійкою видовою конституцією батьківських видів, але не вихідних сортів.

У подібних схрещуваннях є велика кількість гомологічних хромосом. У гібридів F_1 у процесі мейозу формується багато фертильних гамет батьківських видів з 14 і 24 хромосомами, які при злитті дають початок утворенню 28- і 42-хромосомних вихідних видів пшениці зі стійкою спадковістю. В наступних поколіннях серед основної маси рослин гібридна мінливість спостерігається вже в групі видів типу гексаплоїдної і тетраплоїдної пшениці. Частина рослин у F_2 і F_3 зберігає ознаки F_1, які в наступних гібридних генераціях різко зменшуються. Навпаки, кількість 42- і 28-хромосомних рослин у гібридній популяції з кожною генерацією зростає.

У цій групі гібридів можливі рекомбінації за генними морфологічними ознаками та фізіолого-біохімічними властивостями, наприклад підвищення зимостійкості рослин твердої пшениці, набутої від м'якої озимої, поліпшення технологічних властивостей зерна м'якої пшениці запозиченням склоподібності ендосперму твердої пшениці.

Третя група — міжродові схрещування (пшениця × пирій; пшениця × егілопс; пшениця × елімус; кукурудза × трипсакум тощо), а також схрещування пшениці з житом. Гібриди цієї групи характеризуються повільним, поступовим відновленням у потомстві вихід-

них батьківських видів. Тут потрібно кілька генерацій (3 – 4 і більше), щоб вивести культурну пшеницю або кукурудзу.

Гібридні рослини містять значно менше гомологічних хромосом, мейоз у рослин F_1 сильно порушується, бівалентів утворюється дуже мало, що зумовлює повну стерильність або низьку фертильність гамет. Нормальний споро- і гаметогенез відновлюється повільніше, ніж у другій групі гібридів, що стримує формування стійких, нормально фертильних генотипів та фенотипів вихідних і нових видів.

У подібних схрещуваннях у процесі формотворення стійка рекомбінація видових ознак і властивостей практично неможлива або трапляється дуже рідко.

Четверта група — тип пшенично-житніх гібридів — характеризується гібридною мінливістю при розщепленні в межах морфоструктурних властивостей одного батьківського виду за повної відсутності в потомстві рослин другого батьківського виду. Так, у дослідах А.Ф. Шулинділна в більш ніж 400 комбінаціях сортів м'якої пшениці з сортами жита весь бурхливий формотворчий процес відбувався у групі рослин материнського типу за відсутності у рослин жита.

У цих міжродових схрещуваннях F_1 має високу стерильність квіток і проміжну будову колоса. Бекросне схрещування F_1 як з пшеницею, так і з житом не змінює характер розщеплення. Ця закономірність зумовлена фізіолого-генетичною несумісністю цитоплазми з гомогенним ядром жита в гаметах.

У гібридних рослинах утворюються здебільшого три групи гамет: цитоплазма і ядерна маса пшеничного типу — гамети з високою фертильністю; цитоплазма в основному пшенична, ядро в різних ступенях пшенично-житнього типу — гамети частково фертильні, цитоплазма в основному пшенична, ядро житнє — гамети повністю абортивні. Запилення квіток з яйцеклітинами останнього типу як пилком пшениці, так і пилком жита не утворюють зигот, і тому рослини жита не утворюються.

П'ята група гібридної мінливості у віддалених схрещуваннях характеризується різким посиленням мутаційних процесів при статевому розмноженні рослин. Причини цього полягають у великих порушеннях мейозу; в появі в цитоплазмі та ядрі нових нетипових для батьківських видів біохімічних процесів і речовин у метаболізмі клітин.

6.6. Міжвидова передача ознак

Під час роботи з гібридами віддалених схрещувань, особливо з такими, що не мають гомологічних хромосом, часто виникає потреба у перенесенні ділянок хромосом від одного виду або роду в хромосо-

му іншого, що брав участь у схрещуванні. Це дає можливість створити форми з бажаним сумісництвом ознак батьків і уникнути повернення до ознак того чи іншого батька, що спостерігається при бекросуванні віддалених гібридів.

Найчастіше виникає потреба транслокування ділянки хромосоми від дикорослого виду, який несе стійкість у хромосоми рослин слабкостійких унаслідок тривалої культури.

Відносно цього цікавим є метод індукування транслокацій за допомогою радіації, розроблений Е. Сірсом (США) на пшенично-егілопсних гібридах. Опромінюванням насіння 44-хромосомного гібрида T. aestivum (Chinese spring) × Aegilops umbellulata було здійснено транслокацію сегмента хромосоми егілопса, носія домінантного гена стійкості до листкової іржі, на хромосому 6В м'якої пшениці. З цього матеріалу було відібрано лінію Т-47, яку селекціонери широко використовують як донора стійкості до стеблової іржі.

Дрискол і Енсен (США) застосували метод індукування транслокації в міжвидових гібридах пшениці з житом і вивели форму ярої м'якої пшениці Трансек з гомозиготною стійкістю до листкової іржі та борошнистої роси. Ці ознаки транслоковані від жита.

Відомі випадки передачі сегментів хромосом з відповідними блоками генів без опромінювання.

У Мічиганському університеті (США) ще в 1956 р. при міжвидовій гібридизації гороху Pisum sativum з Pisum arvense в F_3 було створено рослини, що мають зимостійкість, передану від P. arvense.

Передача ознак за допомогою кросинговеру. Якщо схрещувані види генетично подібні, то роботу з гібридними поколіннями проводять здебільшого так само, як і при міжсортовій гібридизації, тобто намагаються передати культурному сорту від іншого виду лише окремий ген чи ознаку, наприклад стійкість до певної хвороби.

Однак при порушенні кон'югації хромосом у мейозі у гібридів передати окремі гени від одного виду іншому буває досить важко. Найефективнішим методом для досягнення цієї мети є застосування зворотних схрещувань, в результаті чого дістають інтрогресивну форму вихідного виду, що бере від іншого виду лише поодинокі ознаки внаслідок генетичної рекомбінації на основі кросинговеру.

Методом віддаленої гібридизації на основі генетичної рекомбінації М.В. Цицин вивів цінні сорти озимої пшениці схрещуванням їх із пирієм: ППГ-186, ППГ-599, ППГ-1, Восток, ППГ-172. Ці сорти характеризуються високою врожайністю, стійкістю до вилягання і хвороб, відмінними борошномельними і хлібопекарськими властивостями зерна. Передачею генів стійкості від видів N. glutinosa, N. glauca, N. digluta тощо М.Ф. Терновський створив комплексноімунні сорти тютюну Дюбек-7, Дюбек-566, Американ 287, Тальсь-

кий 3036, Трапезонд 3072, Імунний 3000, Імунний 580, стійкі до несправжньої борошнистої роси, чорної кореневої гнилі, тютюнової мозаїки і борошнистої роси.

Синтез амфідиплоїдів. У селекції рослин поліплоїдія широко використовувалася для відновлення фертильності міжвидових гібридів. За допомогою методу поліплоїдії Г.Д. Карпеченку вперше вдалося подвоїти кількість хромосом у стерильних капустяно-редькових гібридів. Фертильність амфідиплоїдів була зумовлена відновленням парної гомологічності хромосом, порушеної віддаленим схрещуванням.

А.Р. Жебрак (1944, 1957) створив велику кількість ярих міжвидових амфідиплоїдів у межах роду Triticum від схрещування напівкультурної пшениці T. timopheevii Zhuc з культурними видами. М.В. Цицин синтезував 56-хромосомні багаторічні зернокормові пшенично-пирійні амфідиплоїди схрещуванням м'якої пшениці ($2n = 42$) з видами пирію A. glaucum ($2n = 42$) і A. elongatum ($2n = 70$). Амфідиплоїд з A. glaucum М.В. Цицин виділив у новий вид пшениці T. agropyrotricum. У цьому гібриді синтезований цілий геном пшениці *(AABBDD,* 42 хромосоми) і два первинних геноми пирію (14 хромосом з 42).

Поліплоїдія зумовила становлення нового виду зернових культур тритикале та амфідиплоїдного гібрида між пшеницею і житом. Слово Triticale (тритикале) складено з першої частини слова Triticum (назва роду пшениці) і другої частини слова Secale (назва роду жита). Виведені октоплоїдні амфідиплоїди з 56 хромосомами — від схрещування гексаплоїдних видів пшениці з житом (геном *AABBDDRR),* і гексаплоїдні амфідиплоїди з 42 хромосомами — від схрещування тетраплоїдних видів пшениці з житом (геноми *AABBRR* і *AAGGRR).* Дослідники різних країн використовували такі види жита: Secale cereale L., S. montanum Gues, S. vavilovii Grossh, S. kuprijanovii Grossh, S. africanum Starf). Проте амфідиплоїдам властиві багато небажаних ознак, менша врожайність та інші властивості порівняно з вихідними формами. Ці вади селекціонери долають різними селекційними методами.

Додавання й заміщення хромосом. У випадках, коли через великі відмінності геномів у схрещуваних видів неможлива передача окремих генів методом генетичної рекомбінації на основі кросинговеру, можна вдатися до додавання в генотип поліпшуваної культури від виду — донора окремої пари хромосом з генами, які цікавлять селекціонера.

Суть методу перенесення хромосом полягає в одержанні моносоміків, тобто ліній, у яких немає однієї хромосоми, та схрещуванні їх з дикими видами з нормальним набором хромосом.

Перший етап — визначення локалізації генів, що контролюють ознаки, в певних хромосомах. Так, використання моносоміків пшениці, створених Е. Сірсом, дало змогу визначити розміщення багатьох генів стійкості пшениці до хвороб.

При заміщенні хромосоми у сорту м'якої пшениці Чайнз Спрінг, який не стійкий до борошнистої роси, на відповідну хромосому стійкого сорту Хоун виявлено, що ген стійкості локалізований у довгому плечі хромосоми 7В.

При використанні заміщених ліній сорту Хоун встановлено, що в хромосомі 4А локалізований ген стійкості до бурої іржі пшениці.

Аналізом ліній, які мають набір хромосом пшениці і по одній парі хромосом жита, Райлі і Мейцер дослідили локалізацію в хромосомах жита генів стійкості до хвороб пшениці. Лінії було виведено з F_1 і від схрещування жита з пшеницею або тритикале з пшеницею.

Практичними результатами використання перенесення хромосом є створення імунних форм сільськогосподарських рослин. На дослідній станції Белтевіл (США) схрещуванням сортів Капла (T. dicoccum) і Юма (T. durum) із сортом м'якої пшениці Чанцелор виведено гомозиготні за домінантним геном стійкості до борошнистої роси форми м'якої пшениці. Перенесено хромосоми Aegilops comosa в м'яку пшеницю. В результаті цього виведено стійку до жовтої іржі форму. При цьому встановлено можливість заміни будь-якої пшеничної хромосоми лише в другій гомологічній групі.

Відомі праці Кнотта, Райлі, Дженкінса про перенесення хромосом пирію в пшеницю. Створено кілька ліній м'якої пшениці з хромосомами пирію.

Перенесення хромосом жита в пшеницю прогнозує виведення форм із стійкістю до хвороб, якими не уражується жито.

Створено повні набори ліній м'якої пшениці з додатковими парами хромосом пирію і жита. Кимбер розв'язав проблему виведення лінії пшениці з парою додаткових хромосом егілопса так:

пшениця (21 n) × Егілопс (7e) → $F_1 2n = 28 \cdot (21n + 7e)$;

амфідиплоїд ($21n$ + 7e) × Пшениця ($21n$), B_1 ($21n$ + від 0e до 7e) добір;

лінія з однією додатковою хромосомою ($2n$ + 1e) × самозапилення ($21n$ + 1e);

лінія з парою додаткових хромосом ($2n$ = 44 ($42n$ + 2e).

Запропонований метод виведення форм м'якої пшениці становить інтерес у селекції на стійкість до іржі тощо.

Перенесення геномів одного виду в цитоплазму іншого. Для виробництва гетерозисних гібридів слід проводити перезапилення між спеціально дібраними лініями. В цьому відношенні велике значення має створення форм з цитоплазматичною чоловічою

стерильністю (ЦЧС), яка дає змогу уникнути витрат на штучне запилення або обривання волотей на материнських формах. Здебільшого форми з ЦЧС створюють методом віддаленої гібридизації. Наприклад, у пшениці такі форми створюють при гібридизації м'якої пшениці з Aegilops caudata (Кіхара), твердої пшениці з T. timopheevi, T. zhukovskyi, T. timonovum (Е.Д. Неттевич, Т.Н. Федорова, Н.А. Скуригіна).

У томатів форми з ЦЧС також виведено міжвидовою гібридизацією Licopersicum esculentum × L. resemigerum (Х. Доскалов, Болгарія). У тютюну форми з ЦЧС створено схрещуванням N. debneji × × N. tabacum (М.Ф. Терновський, О.П. Гребінкін).

6.7. Досягнення і перспективи використання методу віддаленої гібридизації

У своїй праці «Селекція як наука» М.І. Вавилов розглядав теорію гібридизації в межах близьких форм і віддалених видів як один з семи розділів селекційної науки. Він підкреслював значення віддаленої гібридизації як методу поліпшення існуючих сортів і одного з чинників формотворення й еволюції. Формулюючи завдання селекції, він неодноразово підкреслював важливість міжвидової й міжродової гібридизації.

Провідне місце в науці про віддалену гібридизацію належить І.В. Мічуріну (плодові і ягідні культури), В.М. Лебедєву, В.Є. Писарєву, А.Ф. Шулиндіну, Г. К. Мейстеру (схрещування пшениці з житом), М.В. Цицину, С.М. Верушкіну (схрещування пшениць з видами пирію), О.П. Шехурдіну, А.О. Сапегіну (схрещування твердої пшениці з м'якою), С.М. Букасову, О.Н. Камеразу, І.Г. Пушкарьову, А.А. Подгаєцькому (міжвидова гібридизація картоплі), М.Ф. Терновському (міжвидові схрещування тютюну), Г.С. Зайцеву, К.О. Висоцькому (міжвидове схрещування бавовнику), Ф.Г. Кириченку (схрещування твердої ярої пшениці з озимою м'якою і створення твердої озимої пшениці), В.В. Моргуну (схрещування кукурудзи з теосинте).

Перші схрещування твердої пшениці з м'якою провів О.П. Шехурдін у Саратові. Створені тут сорти Саррубра і Сарроза стали донорами цінних ознак при селекції багатьох сортів пшениць, у тому числі такого шедевра, як Саратовська 29, що була світовим стандартом за хлібопекарськими властивостями.

Академік Ф.Г. Кириченко у Селекційно-генетичному інституті (Одеса) вивів сорти озимої твердої пшениці Мічурінка і Новомічурінка, Одеська янтарна. Ці сорти мали середню зимостійкість і високу посухостійкість, вміст білка в них був на 2 – 4 % більше, ніж у м'яких пшениць, за врожайністю значно перевищували яру тверду

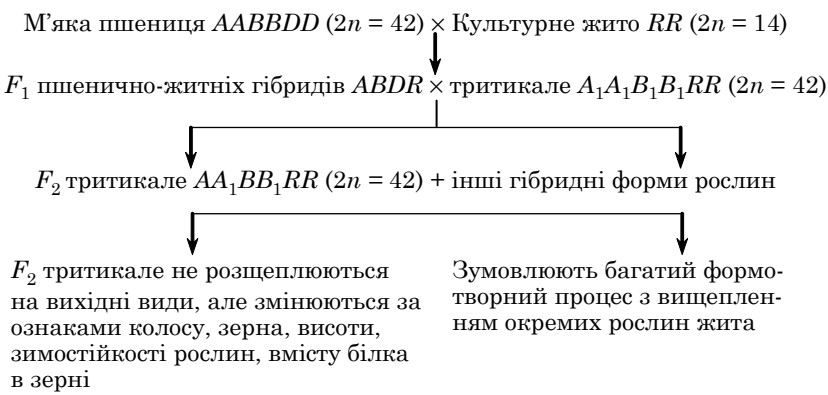
пшеницю, їх зерно є чудовою сировиною для виготовлення високоякісних макаронів, вермішелі, круп. На 2004 р. до Реєстру сортів рослин в Україні занесено вісім сортів твердої озимої пшениці, виведених у цьому самому інституті та в інших установах.

Роботу, пов'язану зі створенням пшенично-житніх гібридів, у 30-х роках XX ст. розпочали Г.К. Мейстер і Н.Г. Мейстер на Саратовській дослідній станції, В.М. Лебедєв на Білоцерківській селекційно-дослідній станції, В.Є. Писарєв у НДІ сільського господарства центральних районів нечорноземної зони. Основним недоліком цих форм була порівняно низька їх фертильність.

Перші тритикале за участю твердої пшениці вивів О.І. Державін у 1934 р. Найширші дослідження з тритикале провів А.Ф. Шулиндін в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва (Харків). Він розробив теорію й метод створення тривидових тритикале. Схрещуючи міжродові звичайні дигаплоїдні гібриди F_1 (T. aestivum × S. cereale) з гексаплоїдними первинними тритикале, отримують тривидові тритикале на рівні плоїдності $2n = 42$ геномної структури AA_1BB_1RR. При цьому відбувається деполіплоїдизація методом елімінації 14 хромосом геному *DD* і 7 хромосом геному B (м'якої пшениці), 7 хромосом геному R та по 7 хромосом геномів A_1 і B_1 твердої пшениці.

У морфоструктурних ознаках нових форм виявляються сумарно властивості твердої, м'якої пшениці та жита.

Нижче наведено *генетичну схему створення тривидових тритикале* ($2n = 42$) (за А.Ф. Шулиндіним):



Октоплоїдні тритикале (*AABBДДRR*) виявилися неконкурентоспроможними з пшеницею за врожаєм зерна через недостатнє зав'язування зерна за порушення нормального протікання мейозу.

Різкому підвищенню врожаю сприяли сорти тривидових тритикале (AA_1BB_1RR).

Нині у межах України до Реєстру занесено сорти тритикале АДМ 5, АДМ 11, АДМ 8, Амфідиплоїд 256, Амфідиплоїд 15, Амфідиплоїд 42, Амфідиплоїд Ладне (АД 186), Київське раннє, Поліський 7, Сувенір та ін.

Багаторічна праця М.В. Цицина та його співробітників увінчалася успіхом у створенні ярих і озимих високоврожайних сортів пшениці на основі схрещування її з пирієм. У результаті повторних схрещувань і безперервного добору виведено сорти озимої і ярої пшениці, які мають характерні особливості пшениці, але водночас деякі ознаки вони перейняли від пирію. Це насамперед підвищена морозостійкість і міцність соломини, стійкість до хвороб. Найкращі сорти, які вивів М. В. Цицин разом з іншими селекціонерами, поширювалися в центральній Нечорноземній зоні (ППГ-186, ППГ-599, ППГ-1). З ярих пшенично-пирійних гібридів практичну цінність мали Восток 1, ППГ-172, Грекум 114.

Використовуючи поліморфізм диких видів пирію за багатьма ознаками, М. В. Цицин вивів зовсім новий вид T. agropyrotriticum з двома підвидами: ssp. perenne (багаторічна пшениця) і ssp. submittans (відростаюча або зернокормова).

Велика робота проводиться зі схрещування пшениці з елімусом (Elymus arenarius L). Досить зазначити, що колос пшениці містить 30 – 40 зерен, а колос елімуса — 600 – 800. Елімус має надзвичайну здатність пристосовуватися до умов середовища.

Дикі й культурні види картоплі з Центральної і Південної Америки відкрили нові перспективи перед селекціонерами. Міжвидова гібридизація картоплі стала основним методом селекції.

Завдяки міжвидовій гібридизації вдалося створити сорти, що мають відносно високий прояв властивостей, яких немає у S. tuberosum, тобто сорти нового типу. Перший фітофторостійкий сорт картоплі за участю виду S. demissum одержали в Німеччині (1934) — Sandnudel, а через деякий час у колишньому СРСР (1937) — Фітофторостійка (І.І. Пушкарьов).

В Інституті картоплярства УААН основою для створення нових високоінтенсивних і висококомплексних сортів, які відповідають вимогам сучасного виробництва, став матеріал за участю видів S. andigenum, S. leptostigma, S.commersonii, S. demissum (О.І. Терещенко). У результаті використання цього та іншого вихідного селекційного матеріалу виведено сорти Перлина, Смачна, Бородянська та ін. На Поліській дослідній станції ім. Засухіна виведено такі сорти: Покра, Житомирянка, Поліська рожева, Лепта, Пост 86, Веста.

Гібридизацією сорту бавовнику С-4725 з напівдикою мексиканською формою Mexicanum varonervosum виведено цінні вілтостійкі сорти Ташкент 1, Ташкент 3 та ін.

Дикі види соняшнику широко використовують у селекції насамперед як вихідні форми для створення міжвидових гібридів з груповим імунітетом до основних патогенів соняшнику: іржі, несправжньої борошнистої роси, фомозу, склероциній тощо. Особливий інтерес за імунітетом до найпоширеніших хвороб становить автоплоїдна група видів ($2n = 102$): H. tuberosus L., H. subcanescens Gray, H. rigidus (Goss), H. macrophyllus.

У Науково-дослідному інституті олійних культур (Краснодар) Г.В. Пустовойт вивела форми міжвидових гібридів, які мають груповий імунітет і за врожайністю, олійністю та виходом олії з одиниці площі переважають районовані сорти. У 1978 р. був районований перший в історії селекції соняшнику міжвидовий гібрид Прогрес, стійкий до несправжньої борошнистої роси, а в 1981 р. — сорт Ювілейний 60, стійкий до нових рас вовчка, вертицильозу та інших патогенів. У наступні роки на основі міжвидових гібридів створено ще кілька сортів соняшнику — Конкурент, Лідер, Бережанський.

У селекції вівса використовують схрещування між 42-хромосомними видами: посівним (A. sativa) і візантійським (A. byzantina). Так було виведено сорт Льговський 1026 (материнська форма сорт Перемога, чоловіча — міжвидовий гібрид візантійського вівса із сортом посівного Гігант). Гібридизація різнохромосомних видів значно складніша.

Перспективною виявилася віддалена гібридизація в селекції цукрових буряків. Так, при схрещуванні цукрових буряків з листковим (B. vulgaris var. ciele) у третьому і четвертому поколіннях гібридів вищеплюються біотипи, які за цукристістю переважають цукрові буряки.

Віддалену гібридизацію застосовують також у селекції кормових трав, плодових, овочевих, лікарських і декоративних рослин.

Контрольні запитання і завдання

1. Які завдання в селекції рослин вирішують віддаленою гібридизацією? **2.** У чому суть міжвидових і міжродових схрещувань? **3.** Які ускладнення виникають за віддаленої гібридизації і як їх долають? **4.** Особливості формотворчого процесу за віддаленої гібридизації. **5.** Досягнення селекції рослин за використання віддаленої гібридизації.

Розділ 7
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ МУТАГЕНЕЗ У СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН

Упродовж всієї історії розвитку рослинництва мутації є основним матеріалом для природного добору та еволюції видів. Спонтанний мутаційний процес насичує популяції численними змінами, внаслідок чого такі популяції несуть у собі величезні резерви прихованої спадкової мінливості, що й підтримує пластичність виду, пристосованість до несприятливих умов середовища.

Здавна садоводам відомі брунькові мутації, які використовувалися для отримання нових сортів у декоративних, плодових і цитрусових рослин.

Спонтанні мутації (чистотілу, рису та ін.) вперше описано наприкінці XVI — на початку XVII ст.

Вивчення спонтанної та індукованої мутаційної мінливості у рослин почалося наприкінці XIX — на початку XX ст.

Після досліджень С.І. Коржинського (1899), Г. де Фріза (1901) та І.І. Герасимова (1901) було описано спонтанні мутації багатьох видів рослин, у тому числі гороху, тютюну, кукурудзи, ячменю, пшениці, вівса.

Проте питання про експериментальне одержання мутацій і використання їх у селекції рослин привернуло увагу лише після відкриття високої мутагенної активності іонізувального випромінювання.

Мутагенні властивості радіації відкрили в 1925 р. у дослідах з дріжджами Г.А. Надсон і Г.С. Філіпов у Ленінградському інституті радіології. В 1927 р. Г. Меллер (США) виявив це явище в своїх дослідах з дрозофілою. В 1927 – 1934 рр. першовідкривачами нових шляхів у селекції пшениці при використанні рентгенівського випромінювання виступили українські генетики-селекціонери Л.М. Делоне, А.О. Сапегін. Пізніше О.Н. Лутков, А.К. Лещенко і М.Ф. Терновський вивели кілька цінних радіаційних мутантів пшениці, гороху, сої, тютюну.

Інтенсивні дослідження експериментального одержання мутацій у рослин проводили в цей самий період у Німеччині, Швеції та інших країнах.

Проте помітних практичних результатів у галузі мутаційної селекції тривалий час не було. Основна причина цього — використання в селекційних роботах обмеженої кількості мутагенних чин-

ників. Це були рентгенівське та ультрафіолетове випромінювання, γ-випромінювання.

Із використанням мутагенної дії гамма-променів, нейтронів, протонів, дейтронів, β-частинок та інших фізичних мутагенів робота, пов'язана з отриманням мутантів, у більшості культур пожвавилась.

Наступним етапом мутаційної селекції було виявлення слабкої мутагенної дії хімічних неорганічних сполук, а потім сильнішої — органічних мутагенів. Дослідження хімічних речовин неорганічної природи в 30-ті роки минулого століття започаткував В.В. Сахаров, який дослідив дію йоду на дрозофілу. М.Е. Лобашов і Ф.О. Смирнов вивчали дію аміаку й оцтової кислоти. Інші дослідники виявили подібний ефект солей міді, ртуті, срібла.

У 40-х роках XX ст. почалося інтенсивне вивчення мутагенної дії органічних сполук. Перші досліди в цій галузі (1939 – 1941) належать Й.А. Рапопорту. Він відкрив більшість відомих нині мутагенів, у тому числі й найефективніших, які використовуються в усьому світі, — формальдегіду, уретану, етиленіміну, оксиду етилену, діетилсульфату, диметилсульфату. В Інституті хімічної фізики (Москва) відкрито надпотужні мутагени (супермутагени), які зумовлюють 100 % спадкових змін у рослин і тварин. До них належать похідні N-нітрозосполуки: N-нітрозоалкілсечовина, N-нітрозоалкіл-уретани, N-нітрозоалкіламіди; окремі поліфункціональні похідні діазометану і деякі похідні етиленіміну.

Проблема мутаційної селекції рослин стала актуальною в 50-х роках XX ст. У багатьох країнах світу широким фронтом розпочалися роботи з експериментального вивчення мутаційних процесів та їх практичного використання. Цими дослідженнями було охоплено більшість культивованих рослин — хлібні злаки, овочеві, олійні, прядивні, баштанні, кормові, зернобобові, плодові, ягідні та декоративні рослини. З кожним роком зростає колекція мутантів багатьох видів рослин, створених методом експериментального мутагенезу. Так, якщо в 1954 р. було відомо лише чотири сорти, то на початку 60-х років їх стало втричі більше, а згодом — уже кілька сотень.

Із 37 сільськогосподарських рослин, які розмножуються насінням, у світі районовано 1275 мутантних сортів, у тому числі з використанням мутантів — 525. У Державному реєстрі сортів рослин України нині налічується 57 мутантних сортів.

Особливого розмаху набули дослідження з індукованого мутагенезу в Китаї, починаючи з 1950 р. На сьогодні в цій країні на 20 млн га посівних площ припадає понад 350 мутантних сортів 31 виду рослин.

В Україні координаційну роботу з індукованого мутагенезу в селекції рослин здійснює відділ експериментального мутагенезу Ін-

ституту фізіології рослин і генетики НАН України під керівництвом академіка НАН України В.В. Моргуна.

7.1. Чинники індукованого радіаційного мутагенезу та їх ефективність

Мутагенна дія іонізувальних випромінювань. Першу успішну спробу застосування радіації для отримання мутацій здійснили Г.А. Надсон і Г.С. Філіпов у 1925 р. у грибів. Проте генетику грибів (дріжджів) на той час було зовсім не вивчено, автори не змогли довести, що здійснений ними добір форм ґрунтується на індукції спадкових мутацій.

Найпереконливішу мутагенну дію рентгенівського випромінювання продемонстрували Г. Меллер (1927) на прикладі дрозофіли, Л. Стадлер (1928) — на ячмені і кукурудзі, Л.М. Делоне (1930) та А.О. Сапегін (1932) — на пшениці. Проте радіаційна селекція стала розвиватися лише після того, як з'явилися доступні джерела випромінювання.

Основними видами іонізувального випромінювання є електромагнітні (рентгенівське, γ-випромінювання) і корпускулярне (електрони, протони, нейтрони, дейтрони, α-частинки). Високу мутагенну активність мають і радіонукліди ^{32}P і ^{35}S.

Електромагнітні випромінювання. Іонізація відбувається способом передачі енергії квантом випромінювання електронам атомів речовини, що вириваються з орбіталей. При цьому атом, який втрачає електрон, іонізується.

При корпускулярних випромінюваннях іонізація відбувається за рахунок втрати атомами електронів. Однак завдяки тому, що електромагнітні випромінювання не мають заряду, вони, на відміну від випромінювання електронів (β-частинки), здатні проникати дуже глибоко в об'єкт. Найглибше проникають γ-випромінювання і жорсткі короткохвильові рентгенівські випромінювання, які зумовлюють іонізацію з малою густиною завдяки малій лінійній втраті енергії. М'яке рентгенівське випромінювання з великою довжиною хвилі і меншою енергією сильніше поглинається речовиною.

Рентгенівське випромінювання опромінювальних установок складається з компонентів, які мають різну енергію. Для того щоб дістати більш одноманітне жорстке випромінювання, застосовують поглинальні фільтри з алюмінію, міді, заліза, але при цьому потужність випромінювання значно падає.

Найрівномірніше і найстабільніше випромінювання забезпечують γ-кванти, джерелом яких є радіонукліди ^{60}Co і ^{130}Cs. Для опромінювання використовують медичні або промислові рентгенівські

апарати і γ-гармати, а також спеціальні установки з великою потужністю випромінювання. Крім того, існують спеціальні γ-поля, де рослини можна опромінювати впродовж тривалого періоду на всіх стадіях росту і розвитку.

Промисловість випускає установки для γ-випромінювання — (γ-гармату) ГУП- $Co^{60.50.1}$, яка вміщує 25 моль радію (радіоактивного ізотопу кобальту). На ній досить зручно опромінювати пилок, незрілі генеративні органи (колоси, волоті). Недолік цієї установки — мала потужність потоку γ-квантів, нерівномірність і вузькість пучка точкового джерела. Значно потужнішими є γ-установки ГУБЕ-4000, які використовують для біологічних експериментів з активністю джерела 2000 моль.

Корпускулярні випромінювання поширюються зі швидкістю, меншою за швидкість світла. Вони виникають внаслідок природної або штучної радіоактивності (α-частинки, електрони, β-частинки, протони, дейтрони, нейтрони).

Для індукування мутацій найчастіше використовують нейтрони, опромінювання якими проводять на ядерних реакторах, циклотронах, генераторах нейтронів.

Нейтрони — частинки, які вилітають з ядер атомів при ядерних реакціях, наприклад при поділі ядер урану і плутонію. Дія нейтронів відрізняється від дії інших іонізувальних частинок тим, що вони не мають заряду, а тому самі не зумовлюють іонізацію, але можуть без перешкоди проникати в глибину атомів і стикатися з їх ядрами. При зіткненні з ядрами водню (протонами), які майже однакові за масою з нейтронами, енергія нейтрона передається протону, який стає сильноіонізувальною частинкою.

Нейтрони класифікують залежно від їх енергії на: теплові — близько 0,025 еВ; повільні — до 0,5 еВ; проміжні — до 500 кеВ; швидкі — до 10 МеВ; надшвидкі — понад 10 МеВ.

Найефективнішими є швидкі нейтрони з енергією близько 1 МеВ. Останнім часом приділяють увагу біологічній дії проміжних нейтронів, для яких характерна специфічність: для деяких об'єктів опромінення проміжними нейтронами буває досить ефективним.

Дози випромінювання і поглинання. Ефект опромінювання залежить не від загальної енергії випромінювання, яка потрапляє на об'єкт, а від енергії, яку він поглинає. Для всіх іонізувальних випромінювань розрізняють три дози: поглинальну, експозиційну і еквівалентну

Поглинальну дозу визначають за кількістю енергії, яку поглинув об'єкт, і виражають у греях (Гр). *Експозиційну* визначають за ефектом іонізації повітря за нормальних умов і виражають у кулонах на кілограм (Кл/кг). *Еквівалентну* дозу визначають за біологічним ефектом і виражають у зівертах (Зв).

Особливу увагу слід звернути на співвідношення одиниць поглинальної, експозиційної та еквівалентної доз для γ- і рентгенівського випромінювання, де 1 Гр = 1 Зв.

Опромінювання може бути одноразовим і хронічним, тобто певну дозу радіації організм може діставати відразу, з деякою перервою і впродовж тривалого періоду.

Дозу нейтронів вимірюють інтегральним потоком нейтронів, тобто кількістю нейтронів, які пройшли крізь площу 1 $см^2$.

Проте доза поглинання значною мірою залежить від хімічного складу об'єкта, а для швидких нейтронів — і від вмісту в ньому атомів водню. Дозиметрія нейтронів з малими енергіями складніша. Зокрема, доза поглинання повільних нейтронів залежить від наявності в об'єкті бору, зі збільшенням кількості якого підвищується біологічний ефект нейтронів.

Модифікування ефекту опромінювання. Опромінювання можна проводити, даючи всю дозу одночасно. При цьому певне значення має потужність опромінювання. При великій потужності ефект пошкодження більший, ніж при малій, що пояснюється переважно утворенням структурних порушень хромосом. Ефект опромінювання може змінитися, якщо дозу давати не одноразово, а фракційно. Фракційне опромінювання живих об'єктів, крім сухого насіння, знижує ефект пошкодження.

Чинниками, дію яких уже добре вивчено, є волога, температура і деякі хімічні речовини. Змінюючи час дії і концентрацію, можна або збільшувати, або зменшувати дію ушкодження радіацією.

Великий вплив на ефект опромінювання насіння має вологість. Дуже сухе насіння (до 4 %) чутливіше до γ-випромінювання і рентгенівського, ніж повітряно-сухе насіння з вологістю до 12 – 14 %. При підвищенні вологості до 20 % і більше радіочутливість до γ-випромінювання сильно зростає.

Висока температура до опромінювання зменшує ступінь пошкодження, очевидно, завдяки зменшенню кількості кисню в тканинах. Опромінювання насіння за високої температури або нагрівання його відразу після опромінювання посилює пошкодження.

Низькі температури під час опромінювання гальмують усі радіобіологічні процеси, тому пошкодження від опромінювання не розвиваються, а консервуються впродовж усього часу дії цього чинника. При дії кисню під час опромінювання значно збільшується порушення хромосом.

Дію опромінювання можна модифікувати, застосовуючи різні хімічні речовини до, під час і після опромінювання при пророщуванні насіння. Хімічні речовини, які впливають на ефект опромінювання, можуть бути або захисними, що частково змінюють пошкодження,

або сенсибілізувальними, які збільшують пошкоджувальний ефект радіації.

Особливий інтерес викликає спільна дія випромінювання і хімічних мутагенів. У деяких комбінаціях мутагенів відбувається не лише додавання дії мутагенів, а і їх взаємодія, внаслідок чого маємо ефект, який перевищує сумарний.

Радіочутливість і радіорезистентність. Радіочутливість — властивість живих організмів, органів і систем реагувати на дію радіації певними реакціями, які визначаються, як правило, умовами розвитку первинних реакцій, дозою і способом опромінювання та умовами навколишнього середовища.

Чим більше в тканинах живого організму, за всіх інших однакових умов, відбувається змін під дією радіації, тим радіочутливіші такі тканини. Якщо ці зміни тривалі і призводять до руйнування клітинних структур, затримки поділу клітин, порушення обміну речовин, тобто до патологічного стану, то, порівнюючи строки настання цих змін і їх глибину, можна диференційовано підходити до радіочутливості окремих тканин.

Здатність організмів, органів і систем живих організмів виявляти мінімум патологічних змін при опромінюванні (за всіх інших однакових умов) характеризує ступінь їх радіорезистентності. Радіаційні ефекти залежать від дози. При опромінюванні однаковими дозами радіації різні організми реагують неоднаково. Критерієм радіочутливості є доза, що спричинює загибель організму.

Рослини мають високу радіочутливість порівняно з мікроорганізмами, але досить низьку порівняно з тваринами, які найчутливіші до радіації (табл. 7.1).

Таблиця 7.1. **Радіочутливість деяких видів рослин**

Рослина	Доза радіації, під дією якої гине 100 % рослин, кГр	Рослина	Доза радіації, під дією якої гине 100 % рослин, кГр
Кінські боби	10	Люпин	50
Пшениця	15	Рицина	100
Кукурудза	15	Редька	300
Гречка	25	Гірчиця біла	400
Овес	50		

У рослинних клітинах захисну роль при опромінюванні відіграють пігменти — хлорофіл, каротин тощо. Фотосинтез листків не порушується навіть при дуже великих дозах радіації. Водночас клітини коренів, які не мають пігментів, дуже чутливі до радіації. Для них доза $ЛД_{50}$ становить 1,68 Гр ($ЛД_{50}$ летальна доза, яка зумовлює загибель 50 % опромінених рослин популяції).

Установлено, що різні сорти однієї і тієї самої культури мають різну радіочутливість. Гібриди стійкіші до опромінювання, ніж сорти і лінії, а поліплоїди взагалі мало реагують на дію рентгенівських променів і γ-випромінювання.

Радіочутливість залежить також від фізіологічного стану насіння або його віку. Доведено, що старе насіння радіочутливіше, ніж молоде. Різний ступінь радіочутливості має незріле насіння. Наприклад, у пшениці найбільша радіочутливість виявлена у фазі молочної стиглості, вона зменшується у фазі воскової стиглості, а дозріле насіння найменш чутливе. Шведські вчені встановили, що зріле насіння ячменю, яке не пройшло періоду післязбирального дозрівання, чутливіше, ніж насіння, яке завершило цей період. Дуже чутливе насіння, що почало проростати.

Мутагенні дози. При використанні методу радіаційної селекції постає питання насамперед про те, в яких дозах потрібно опромінювати рослини, щоб одержати найбільшу кількість мутацій.

У радіоселекції застосовують критичні дози, після опромінювання якими виживає і дає потомство близько 30 – 40 % рослин (табл. 7.2).

Таблиця 7.2. **Критичні дози швидких нейтронів для сільськогосподарських культур**

Культура	Об'єкт дослідження	Мутагенна доза, Гр	Культура	Об'єкт дослідження	Мутагенна доза, Гр
Пшениця	Насіння	1 – 5	Просо	Насіння	5 – 10
Горох	Насіння	2	Ячмінь	Насіння	2,5 – 7,5
Боби	Насіння	1	Бавовник	Насіння	10
Картопля	Насіння	3 – 5	Яблуня	Живці	0,5 – 2
Кукурудза	Насіння	3 – 5	Вишня	Живці	0,5 – 2

При опромінюванні насіння γ- і рентгенівськими променями оптимальними дозами є: для пшениці — 50 – 100 Гр; ячменю — 50 – 100; вівса — 70 – 100; кукурудзи — 50 – 100; гороху — 50 – 100; сої — 50 – 80; люпину — 140 – 180 Гр.

Оптимальні дози теплових (повільних) нейтронів наведено в табл. 7.3.

Неіонізувальні випромінювання. Ультрафіолетові промені належать до електромагнітних, але іонізації вони не спричинюють. УФ-промені в опромінюваних клітинах приводять у збуджений стан пурини і піримідини, які входять у молекулу ДНК. Ці промені дуже слабко проникають у тканини багатоклітинних організмів, затримуючись у поверхневих шарах клітини. Однак УФ-промені — сильний фізичний мутаген для одноклітинних організмів. Вони також

ефективні при опромінюванні пилку у рослин. ДНК максимально адсорбує УФ-промені з довжиною хвилі 254 нм. Це значення відповідає максимуму мутагенності УФ-променів, що вказує на прямий зв'язок процесу індукції передмутаційних пошкоджень ДНК з поглинанням УФ-променів й азотистими основами. Так, під час дослідів з пилком кукурудзи було показано, що опромінювання з довжиною хвилі 254 – 265 нм у 10 разів ефективніше, ніж з довжиною хвилі 297 нм, і в 100 разів, ніж з довжиною хвилі 302 нм.

Таблиця 7.3. **Мутагенні критичні дози теплових (повільних) нейтронів для деяких сільськогосподарських культур при опромінюванні сухого насіння**

Культура	Мутагенна критична доза, $с^{-1} \cdot см^{-2}$	Культура	Мутагенна критична доза, $с^{-1} \cdot см^{-2}$
Пшениця	$1 \cdot 10^9 – 1 \cdot 10^{12}$	Тютюн	$2{,}5 \cdot 10^{12}$
Ячмінь	$1 \cdot 10^9 – 1 \cdot 10^{12}$	Огірки	$1 \cdot 10^{11}$
Овес	$1 \cdot 10^9 – 1 \cdot 10^{10}$	Конюшина	$5 \cdot 10^{11}$
Кукурудза	$6 \cdot 10^7 – 6 \cdot 10^8$	Редиска	$1 \cdot 10^{11}$
Горох	$1{,}5 \cdot 10^{11} – 8 \cdot 10^{12}$	Томати	$5 \cdot 10^{10} – 1 \cdot 10^{12}$
Льон	$4{,}8 \cdot 10^8 – 6{,}4 \cdot 10^8$	Яблуня (бруньки)	$13 \cdot 10^{12}$

Об'єкти для опромінювання. Для проведення радіоселекційних досліджень як об'єкт для опромінювання можна використовувати будь-який орган розмноження рослин, з яким найзручніше вести роботу в кожному конкретному випадку.

Опромінювання насіння. На радіочутливість насіння, як уже зазначалося, впливають ступінь його стиглості, а також умови вирощування. Чутливішим є насіння, вирощене за менш сприятливих умов життя. Всі умови життя рослин, що впливають на підвищення енергетичного балансу клітини, сприяють збільшенню радіочутливості. Певну роль у стійкості насіння до опромінювання відіграють умови достигання, збирання й зберігання.

Опромінювання пилку. Опромінювання пилку рослин має переваги перед опромінюванням насіння. На відміну від насіння, що має багатоклітинну будову, пилок є одним генеративним ядром. Мутація, яка виникає в ядрі пилку, переходить в усі клітини рослин, які утворюються із зиготи після запліднення опроміненим пилком. Отже, вся рослина в першому поколінні стає мутантною. Цей метод у деяких випадках дає змогу скоротити на рік терміни селекційного процесу.

Для опромінення пилку застосовують такі види випромінювання, які мають малу проникність, наприклад УФ-випромінювання, випромінювання α-частинок.

Для опромінювання використовують пилок, зібраний з рослин, або той, що є в пиляках. Для цього за кілька днів до висипання пилку зрізують цілі рослини або лише суцвіття, вміщують їх у воду і опромінюють. Для кожного виду рослин можна встановити найчутливіший для опромінювання період, коли внаслідок опромінювання пилку в потомстві одержують найбільшу кількість мутацій. За літературними джерелами цей період передбачає післямейотичну стадію розвитку пилку приблизно за 4 – 7 днів до висипання з пиляків. Можна також обробляти пилок радіоактивними ізотопами. З цією метою зрізані суцвіття занурюють у розчин ізотопу або вводять його в суцвіття шприцом чи мікропіпеткою. Використовують розчин ортофосфорної кислоти, міченої ^{32}P, або сірчанокислого натрію, міченого ^{35}S.

Опромінювання вегетуючих рослин. Для опромінювання вегетуючих рослин використовують переносні й спеціально обладнані джерела опромінювання — вегетаційні будиночки, або γ-поля, а також спеціально пристосовані приміщення, обладнані джерелами γ-випромінювання. При цьому джерела розміщують навколо об'єкта.

За великого обсягу робіт, пов'язаних з опромінюванням рослин, упродовж усього вегетаційного періоду будують спеціальні γ-поля. З цією метою огороджують ділянку землі з таким розрахунком, щоб за її межами доза опромінювання не перевищувала природного фону радіації. У центрі ділянки встановлюють джерело γ-випромінювання (найчастіше ^{60}Co) з механічним підйомом і спуском під землю. Спуск здійснюють на таку глибину, щоб джерело випромінювання було безпечне для працюючих на полях. Рослини висівають по радіусу навколо джерела, а доза опромінювання залежить від відстані до нього.

Опромінювання органів вегетативного розмноження. Опромінювати можна бульби, коренеплоди, кореневища, живці. Дози опромінювання для них мають бути меншими, ніж для насіння. Бруньки, що почали розпукуватися, чутливіші, ніж ті, які перебувають у стані спокою.

Опромінювання органів вегетативного розмноження має переваги перед опромінюванням насіння, оскільки в першому випадку мутації без розщеплення передаватимуться потомству, тобто мутації, що виникли, відразу закріплюються. При цьому закріплюються мутації будь-якого походження — як точкові, так і аберації хромосом. Життєздатна аберація може передаватися потомству. Це ще одна відмінність в одержанні мутацій у вегетативно розмножуваних рослин.

У рослинах, які розмножуються насінням, перебудови хромосом здебільшого, навіть не дійшовши до мейозу, елімінуються в процесі редукційного поділу й утворення гамет.

У вегетативно розмножуваних рослин ефективніше застосовувати високі критичні дози опромінювання. Перспективне опромінювання швидкими нейтронами, які завдяки слабкому пошкодженню цитоплазми дають змогу опромінювати високими дозами. Іноді доцільно поєднувати опромінювання органів вегетативного розмноження з опромінюванням насіння.

Опромінювання введенням в організм радіоактивних речовин. Цей метод застосовують у спеціалізованих ізотопних лабораторіях. Для цього використовують переважно радіонукліди ^{32}P і ^{35}S.

Радіоактивний фосфор має досить зручний період піврозпаду (14,3 доби), що дає змогу ставити тривалі біологічні досліди. Найчастіше використовують одну з найрухоміших сполук фосфору — ортофосфорну кислоту $H_3^{32}PO_4$ (мічений ^{32}P) або одну з її солей ($K_3^{32}PO_4$, $Na_3^{32}PO_4$). Ці сполуки легко рухаються в будь-яких напрямках по рослинному об'єкту. Проте оскільки в усіх частинах цих об'єктів завжди велика кількість звичайного фосфору (у тому числі нуклеїнових кислот), можливості для міжіонного обміну його на радіоактивний фосфор ^{32}P досить великі.

Радіоактивна сірка має значно триваліший період піврозпаду, ніж фосфор (87,1 доби), і порівняно м'яке β-випромінювання з малою максимальною енергією (0,167 МеВ).

Найчастіше використовують неорганічні сполуки, мічену ^{35}S або її солі. В рослинних білках є достатня кількість сполук, що містять звичайну сірку, тобто є можливість міжіонного обміну її на радіоактивну сірку. За цього методу дуже зручно проводити передпосівне намочування насіння в розчинах радіоактивних ізотопів безпосередньо перед висіванням, а також при вирощуванні рослин у вегетаційних посудинах.

Частота появи мутацій залежить від дози опромінювання. Існує позитивна лінійна залежність між дозою опромінювання і частотою появи мутацій. Однак ця пропорційність спостерігається переважно в інтервалі 100 % виживання. З переходом в інтервал $ЛД_0 – ЛД_{100}$ вихід мутацій вже не зростає пропорційно дозі, оскільки з її підвищенням збільшуватиметься загибель рослин і відносна кількість життєздатних мутантів після досягнення максимуму почне зменшуватися. При високих дозах опромінювання, які зумовлюють сильний пошкоджувальний ефект, частка господарсько цінних мутантів менша, ніж при середніх. Тому для одержання мутацій у селекційних цілях рекомендують дози опромінювання, в 1,5 – 2 рази нижчі за критичні.

За даними багатьох авторів (П.К. Шкварнікова, М.І. Кулика, Е.О. Соломка, І.В. Чорного та ін.), індукованих мутацій в M_2 залеж-

но від виду і дози опромінювання, сорту та інших чинників у ярої та озимої пшениці буває від 4 до 37 %, у картоплі — понад 40 % родин. Це в кілька десятків разів більше за частоту мутацій, що виникають спонтанно. Проте загальна частота мутацій ще не дає повної відповіді на питання про ефективність експериментального мутагенезу в селекційній роботі. З цього погляду інтерес мають лише мутації, пов'язані з поліпшенням тих чи інших цінних господарських ознак. Такі мутації становлять до 30 % випадків від загальної кількості родин, які дали мутації. Здебільшого потомство зміненої рослини містить кілька різних мутацій.

7.2. Мутагенна дія хімічних речовин

Здатність хімічних сполук індукувати спадкові зміни у рослин вперше показали Е. Баур (1916) і Ф. Олкерс (1943). Цікаві результати на пшениці, горосі та інших культурах дістав Е.М. Волотов (1948) під час випробування етиленіміну.

З 1960 р. було розпочато випробування на рослинах найактивніших хімічних мутагенів і супермутагенів в Інституті хімічної фізики АН СРСР під керівництвом Й.А. Рапопорта. Йому належить пріоритет їх синтезу. Нині відомі вже сотні хімічних речовин, які спричинюють мутації.

Е. Фріз та інші автори виділяють такі групи хімічних мутагенів:

1) аналоги азотистих основ, які здатні входити в нуклеїнову кислоту, замінюючи природні основи. Особливо популярні галогенопохідні аналоги урацилу (5-бром, 5-хлор, 5-фторурацил), а також 2-амінопурин та 2,6-діамінопурин. Ці азотисті основи заміщують у ДНК тимін;

2) інгібітори азотистих основ (кофеїн, етилуретан, теобромін, 5-амінурацил тощо). Вони пригнічують синтез гуаніну і тиміну, внаслідок чого утворюються незвичайні основи, які потім входять до ДНК і, отже, зумовлюють мутації;

3) окисники, відновники і вільні радикали (азотиста кислота, пероксиди, альдегіди, солі важких металів тощо). Азотиста кислота HNO_3 — сильний мутаген, який діє окиснювальним дезамінуванням основ, які містять аміногрупи (гуанін, аденін, цитозин). Заміщення аміногрупи кетоногрупою перетворює аденін на гіпоксантин, який з'єднується переважно не з тиміном, а з цитозином. Дезамінування цитозину перетворює його на урацил. Азотиста кислота індукує також делеції;

4) акридинові барвники (акридин оранжевий, акрифлавін, профлавін) мають сильну мутагенну дію, індукуючи зсування рамки зчитування інформації. Реагуючи з ДНК, вони утворюють комплекс,

який заважає нормальній реплікації її молекули. В результаті у новій синтезованій молекулі ДНК випадають або стають зайвими одна чи кілька азотистих основ;

5) алкілувальні сполуки (більшість усіх відомих нині мутагенів). Найпоширенішими з них є диметилсульфат (ДМС), діетилсульфат (ДЕС), етиленімін (ЕІ), нітрозодиметилсечовина (НДМС), нітрозометилсечовина (НМС), нітрозоетилсечовина (НЕС), 1,4-*біс*-діазоацетилбутан (ДАБ), N-нітрозоалкілсечовина, гірчичний газ (іприт) тощо. Алкілувальні сполуки мають алкільні групи, тобто різні радикали CH_3, C_2H_5, NH тощо, в яких водень заміщується через азот, кисень, сірку негативно зарядженими частинками ДНК, РНК, білків та деяких інших компонентів клітини.

У ДНК найактивніше алкілуються фосфатні групи і азотисті основи, особливо гуанін. В результаті реакції алкілування відбувається гідроліз цукрофосфатного зв'язку і нитка ДНК розривається. При алкілуванні основ ДНК виникають мутації, пов'язані з порушенням точності авторепродукції молекул ДНК. При цьому замість пари Г – Ц може утворюватися пара Г – Т.

Більшість алкілувальних сполук (етилметансульфонат, нітрозосполуки, 1,4-*біс*-діазоацелбутан та ін.) здатні зумовлювати мутації в 100 % родин. Такі сполуки називають *супермутагенами*.

Мутагенну дію ДНК ще в 1939 р. виявив академік НАН України С.М. Гершензон. У широкомасштабних дослідженнях, які проводяться в Інституті фізіології рослин і генетики НАНУ під керівництвом В.В. Моргуна, виявлено високу мутагенну специфічність природних та синтетичних нуклеїнових кислот, а також ДНК- та РНК-вмісні віруси. Так, дія ДНК дикорослих родичів кукурудзи теосінте і коїкса підвищувала частоту появи мутантних сімей у 5 – 7 разів. Цими дослідами встановлено здатність екзогенної ДНК зумовлювати зміни геному реципієнта не тільки як мутагенного чинника, а й по типу генетичної трансформації (К.А. Ларченко та ін., 2001).

Оброблення матеріалу хімічними мутагенами. Якщо на перших етапах роботи з хімічними мутагенами більшість дослідників обмежувалась використанням методики намочування насіння в розчинах мутагенів, то тепер з не меншим успіхом застосовують й інші методики:

1. Замочування частин вегетативно розмножуваних рослин.

2. Настоювання недозрілих генеративних органів (наприклад, волотей кукурудзи за 4 – 5 діб до висипання пилку).

3. Пастерівські мікропіпетки. Пастерівські мікропіпетки у вигляді відрізків скляних трубок невеликого діаметра з одним сильно відтягнутим кінцем заповнюють розчином мутагену за допомогою шприца або поступовим заповненням у посудині під ковпаком,

де штучно створюють занижений тиск. Потім мікропіпетку встромляють в основу волоті, гроно винограду чи інші суцвіття до їх цвітіння.

4. Оброблення насіння, живців та інших частин рослин у газовому середовищі мутагену. Цей метод розробив Й.А. Рапопорт разом з послідовниками його школи. Перевага цього методу полягає в тому, що витрати мутагенних речовин, особливо для великогабаритних вегетативних частин рослин (наприклад, чубуків винограду), набагато менші, ніж при розчиненні їх у воді.

У Кишинівському сільськогосподарському інституті (О.В. Бляндур) запропоновано методику оброблення волотей кукурудзи на рослині в період вегетації, яка ґрунтується на властивості деяких мутагенів випаровуватися за високих літніх температур. Для цього під пергаментні ізолятори, одягнуті на волоті, в яких тільки почалося формування пилку, поміщають на вату кілька крупинок або крапель мутагенної речовини, щільно зав'язуючи ізолятор.

Залежність мутаційного ефекту від дози мутагену. Дозування хімічних мутагенів визначається двома параметрами: концентрацією і тривалістю дії. У рослин критерій чутливості визначається за схожістю, виживанням, пошкоджувальною дією в M_1 і використовується як орієнтир при підборі оптимальних концентрацій.

Й.А. Рапопорт та його співробітники запропонували такий діапазон ефективних концентрацій для основних хімічних мутагенів (табл. 7.4).

Таблиця 7.4. **Концентрації хімічних мутагенів для основних сільськогосподарських культур,** %

Мутаген	Концентрація для культур			Оптимальна концентрація
	чутливих	середньо-чутливих	стійких	
НЕС	0,01; 0,012; 0,025	0,012; 0,025; 0,05	0,025; 0,05; 0,07	0,025; 0,05
НМС	0,06; 0,01; 0,012	0,01; 0,012; 0,025	0,012; 0,025; 0,05	0,05; 0,012
ЕІ	0,08; 0,01	0,01; 0,02	0,02; 0,03	0,01; 0,02
ДАБ	0,07; 0,1	0,1; 0,2	0,2; 0,3	0,1; 0,2
ДЕС	0,05; 0,1	0,1; 0,2	0,2; 0,3	0,1; 0,2
ДМС	0,016; 0,025	0,025; 0,05	0,05; 0,07	0,016 – 0,025

Тривалість дії — не менш важливий чинник визначення ефективності мутагенів. Частота мутацій у злаків зростає з тривалістю експозиції оброблення до певної межі, характерної для кожного мутагена. Так, при дії ЕІ і НЕС частота мутацій зростає зі збільшенням експозиції від 2 до 12 год, а при дії НМС — від 2 до 16 – 20 год. Збільшення тривалості оброблення призводить до зниження мутагенного ефекту за рахунок збільшення пошкоджувальної дії хіміч-

них мутагенів, а також іноді за рахунок розкладу речовини з виділенням токсичних продуктів.

Дослідження останніх років показали, що хімічні мутагени на кілька порядків перевищують активність радіації, часто мають більшу специфічність і більш тонко діють на клітину. Якщо за допомогою опромінювання у сільськогосподарських рослин виникає 10 – 15 % життєздатних спадкових змін, то деякі хімічні мутагени індукують до 30 – 60 % таких змін, а супермутагени — до 100 %.

Ефективність хімічного мутагенезу значною мірою визначається умовами мутагенного оброблення, чинниками, які модифікують генетичний ефект, а також клітинними процесами, від яких залежить виникнення і становлення мутацій.

Специфіка дії мутагенів і роль генотипу в хімічному мутагенезі. Специфічність дії мутагенів довели багато дослідників на різних об'єктах. Вона полягає насамперед у тому, що один мутаген за високої генетичної активності відносно морфологічних та інших мутацій індукує перебудову хромосом, інший не зумовлює структурних порушень зовсім. Специфічність дії мутагенів виявляється також у здатності зумовлювати з тією чи іншою частотою мутації певних локусів хромосом.

При порівнянні дії хімічних мутагенів на рослини озимої пшениці в M_1 на кафедрі селекції та насінництва Білоцерківського ДАУ (С.П. Васильківський, В.І. Князюк) було встановлено, що найменший негативний вплив (зниження польової схожості, зимостійкості, затримка фаз розвитку тощо) виявила НМС, дещо більший — НЕС, особливо ДМС. За негативним впливом ЕІ перевершив усі інші мутагени. З семи вивчених мутагенів у сортів озимої пшениці найбільшу частоту мутацій спричинили НЕС і НМС (14,9 – 9,1 %), меншу — ДМС і ДЕС (4,2 – 4,3%).

Частота і спектр мутацій, індукованих хімічними мутагенами, визначаються також генотиповими особливостями виду рослин і сорту. Сорти озимої пшениці, виведені шляхом складної гібридизації, мали більшу частоту і широкий спектр мутацій, ніж чистолінійні сорти (С.П. Васильківський, 1999). Ці самі сорти мають неоднакову спонтанну мінливість і за природних умов. Так, 30-річні дослідження Білоцерківської дослідно-селекційної станції (А.А. Горлач) показують, що в нетипові роки у сортів гібридного походження з різною частотою виявляються спонтанні мутації, водночас чистолінійний сорт Українка не показав будь-яких морфологічних і біологічних змін ознак і властивостей.

В Інституті фізіології рослин і генетики НАН України (В.В. Моргун) кращі практичні результати одержували при дії хімічними мутагенами на гібриди F_1 і F_2, ніж при обробленні лінійного матеріалу або сортів негібридного походження.

На частоту і спектр мутацій впливають рівні плоїдності. У дослідах Білоцерківського ДАУ (В.І. Князюк, І.Д. Лишенко, О.І. Кононенко) морфологічних мутацій майже не було при обробленні мутагенами диплоїдних і тетраплоїдних груп пшениці і були у гексаплоїдній групі від 0,17 до 1,68 %. Отже, частота і спектр мутацій значною мірою визначаються як мутагеном, так і генотипом.

З метою розширення спектра індукованих мутацій, особливо на маломутаційному матеріалі, часто застосовують комбіновану дію фізичних мутагенів або різних хімічних реагентів між собою (табл. 7.5).

Таблиця 7.5. **Ефективність мутагенних чинників у створенні мутантних сортів культурних рослин** (за В.В. Моргуном, 2001)

Мутагенні чинники	Мутантні сорти	
	Кількість	%
Фізичні, всього	1095	84,6
в тому числі:		
гамма-промені	705	54,5
рентгенівські промені	304	23,5
β-промені, швидкі нейтрони та інші чинники	86	6,6
Хімічні мутагени	151	11,7
Комбінована дія, всього	33	2,6
в тому числі:		
фізичні + фізичні	11	0,8
фізичні + хімічні	18	1,4
хімічні + хімічні	4	0,3
Чинники невідомого походження	15	1,1
Всього	1294	100,0

Методи роботи з мутантними поколіннями. Впливу іонізувальних випромінювань і хімічних мутагенів найчастіше зазнає повітряно-сухе насіння вологістю 10 – 12 %. Обсяг матеріалу для оброблення мутагенними чинниками залежить від цілей селекції і становить близько 2 – 4 тис. насінин. З обробленого насіння вирощують рослини M_1, урожай яких використовують для сівби у M_2. У рослин покоління M_1 мутацій здебільшого не спостерігається, але іноді можуть відбуватися домінантні мутації. Виявити рецесивні мутації у рослин M_1 неможливо, оскільки з двох алелів одного гена майже завжди мутує лише один, крім зміненого рецесивного алеля завжди є незмінний домінантний алель ($AA \rightarrow A$а).

Рослини покоління M_1 збирають окремо, обмолочують і знову висівають окремо кожну родину. Іноді висівання проводять необмолоченими колосами, по одному (головному) від кожної рослини M_1.

Усі родини M_2, взяті від рослин M_1, будуть представлені однотиповими рослинами. Однак у тих родинах M_2, які походять від рослин M_1, що є носіями мутацій, крім рослин вихідного сорту будуть також мутантні форми, їх можна виявити завдяки переходу гена, що став унаслідок мутації рецесивним, у гомозиготний стан.

Далеко не всі змінені рослини, відібрані в M_2, будуть спадковими. Вони можуть бути зумовлені дією різних чинників середовища. Тому потрібно перевіряти успадковуваність ознак, виявлених у M_2. Для цього відібрані в M_2 змінені форми висіваються за родинами в M_3. Аналіз M_3 дає можливість визначити крім успадковуваності також характер успадкування мутацій. Якщо мутація рецесивна, то вона не даватиме розщеплення в M_3 і в наступних поколіннях. З таким мутантом, якщо він має цінні господарські ознаки, можна вже проводити подальшу селекційну роботу. Якщо мутація домінантна, то в M_3 вищеплятиметься вихідна форма. Отже, завдання полягатиме в тому, щоб виділити мутацію в гомозиготному стані. Для цього насіння з якомога більшої кількості рослин родини M_3 висівають у M_4 за родинами. Серед цих родин відбирають такі, з яких не вищеплюються рослини з ознаками вихідної форми.

Для надійного виявлення мутацій одночасно крім обробленого матеріалу в потрібній кількості вирощують необроблений (контрольний) для порівняння. При цьому враховують природну генотипову мінливість вихідного матеріалу, тобто частоту спонтанних мутацій. Це важливо для виявлення малих мутацій (мікромутацій), серед яких значний інтерес становлять окремі фізіологічні зміни, наприклад ранньостиглість, і зміни кількісних ознак — збільшення розміру зерна, вмісту білка в ньому, зменшення довжини соломи тощо.

У селекційній практиці за кордоном і в нашій країні мутації використовують за такими основними напрямами:

1) метод прямого добору мутантів і як нових сортів. Для поліпшення окремих ознак сортів пшениці, інбредних ліній кукурудзи та інших культур він є незамінним. За даними В.В. Моргуна (2001), серед районованих у світі сортів понад 80 % отримано саме цим методом. Наприклад, сорти озимої пшениці Киянка, Київська 7, Ятрань 60, Подолянка, тритикале Київське раннє та ін.;

2) використання мутантів у схрещуваннях з вихідною або іншими формами для поліпшення як окремих, так і комплексу ознак, а також для створення гетерозисних гібридів. За участю мутантних ліній Інститутом фізіології рослин і генетики НАНУ і Черкаською державною сільськогосподарською станцією та іншими науковими установами вперше у світі було створено гібриди кукурудзи Ювi-

лейний 60, Колективний 100 СВ, ЧКЗ 18 МВ, Колективний 95 МВ та багато інших.

Видатних успіхів у всьому світі досягнуто завдяки використанню в гібридизації спонтанних та індукованих карликових мутантів у селекції пшениці;

3) посилення мінливості кількісних ознак у популяціях сільськогосподарських культур для поліпшення їх методом добору. Добором зі складних мутантних популяцій, створених дією фізичних і хімічних мутагенних чинників, виведено сорти гречки Аеліта, Лада, Галея, Селена, Енеїда, Зеленоквіткова 90, Подолянка, Мрія та ін. (О.С. Алексєєва, 2001);

4) одержання мутацій у рослин, що розмножуються вегетативно, і наступне використання їх у селекції. У світі районовано 555 мутантних сортів, що розмножуються вегетативним шляхом, зокрема хризантема-209, жоржина-34, черешня-8, троянда-30, картопля-4 (В.В. Моргун, 2001);

5) подолання несхрещуваності віддалених форм, пригнічення реакції самонесумісності;

6) підвищення частоти транслокацій у віддалених гібридів.

7.3. Застосування експериментального мутагенезу в селекції

Серед методів практичного використання мутацій ефективними є прямий добір мутантів як сортів та залучення їх до гібридизації.

Серед районованих у світі мутантних сортів понад 80 % виведено методом прямого добору з мутантних популяцій. Цим методом в Україні виведено сорти люпину Київський мутант, гречки Аеліта, Лада, Галлея, мутантні лінії кукурудзи ЧК-218, ЧК-208, ЧК-209, ЧК-3, які стали компонентами перших мутантних гібридів Колективний 101 ТВ, Колективний 210 тощо.

Дедалі ширше індуковані мутації застосовують у гібридизації. З використанням спонтанних та індукованих карликових мутантів (Краснодарський карлик 1) створено новий тип напівкарликової пшениці з урожайністю 90 – 100 ц/га. Напівкарликові сорти озимої пшениці (Одеська напівкарликова, Напівкарлик 3 тощо) значною мірою технологічні. Всього на основі Краснодарського карлика (КК 1) створено понад 20 мутантних сортів озимої пшениці, з яких 50 % районовано.

Для створення імунних сортів найперспективнішою є гібридизація високостійких мутантів між собою, а також з існуючими сортами. Індуковані мутанти використовують при селекції пшениці, ячменю, кукурудзи як донорів генів високого вмісту білка і деяких не-

замінних амінокислот (лізину, метіоніну, треоніну). Схрещуванням сортів люпину з індукованими мутантами з низьким вмістом шкідливих алкалоїдів виведено сорти білого люпину Дружба, Синій парус, Борки, Володимир, Олежка; жовтого — Мотив 369, Промінь, Копилівський.

Унаслідок застосування мутагенних чинників виникають різноманітні типи корисних змін, які використовуються в селекції. Серед мутантів можна виокремити рослини з підвищеною міцністю стебла. Таку мутацію виявлено в ячменю, пшениці, вівса, рису.

В Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва створено цінні сорти ярого ячменю Екзотик, Джерело, Бадьорий, Гама, Фенікс та ін.

Однією з важливих ознак, які визначають урожайність більшості сільськогосподарських культур, є короткостебловість. З подальшою інтенсифікацією землеробства створення короткостеблових сортів стало першочерговим завданням.

Краснодарським НДІСГ спільно з Інститутом хімічної фізики (Москва) з сорту озимої пшениці Безоста 1 виведено мутантну лінію, яку під назвою Карлик 1 П.П. Лук'яненко рекомендував як джерело для схрещування при селекції короткостеблових сортів озимої пшениці. У цьому самому інституті на основі Карлика 1 створено сорти озимої пшениці Напівкарликова 49, Естафета, Криниця, Спартанка тощо. На основі цього мутанта в Україні виведено також сорти Одеська 75, Лан, Прогрес, Напівкарлик 3, Мрія Херсону.

Селекціонер А.П. Орлюк із сорту Безоста 1 шляхом дії мутагена НМС також створив напівкарлик КМБ-1, за участю якого виведено мутантно-гібридні сорти Херсонська ювілейна, Остиста 3, Херсонська 94.

Іншою важливою ознакою для визначення врожаю є ранньостиглість. За допомогою хімічних мутагенів селекціонери створили ранньостиглі мутантні сорти і мутанти у різних культур, але як донорів їх використовують ще недостатньо.

Важливе значення в селекції рослин має створення сортів, стійких до хвороб. Основною метою при індукуванні мутацій стійкості до хвороб є зміна взаємовідносин між рослиною-живителем і патогеном. Це стосується змін біохімічних процесів у рослині, тривалості певних фаз розвитку, морфологічних ознак, які перешкоджають проникненню патогенів.

У пшениці, ячменю та інших культур виведено форми, стійкі до хвороб. Особливо успішно використав радіаційні методи Е. Сірс (США), який створив форму пшениці, абсолютно стійку до бурої іржі. В США з використанням мутантів створено також стійкий до іржі сорт вівса Флорад.

Підвищення якості продукції є однією з важливих проблем селекції. Висока поживна цінність рослинних білків, олії, крохмалю,

цукру тощо дає змогу знизити кількість рослинної їжі, яку вживає людина. Для розв'язання проблеми поліпшення якості продукції важливим є експериментальний мутагенез. Так, краснодарський селекціонер К.І. Солдатов за допомогою хімічного мутагенезу створив незвичайний сорт соняшнику Первенець, олія якого містить понад 75 % олеїнової кислоти, що наближає її до оливкової.

В.І. Січкар методом хімічного мутагенезу створив високопродуктивний сорт сої Аркадія одеська, а радіаційного — сорти Одеська 24 і Перемога (Селекційно-генетичний інститут УААН).

Перспективним є використання індукованих мутантів для одержання гетерозису. Високий ефект гетерозису виявлено в схрещуваннях мутантів з вихідними сортами і лініями, а також мутантів між собою. Такі дані накопичені по кукурудзі, пшениці, ячменю, гороху, томату, буркуну, арахісу.

Використання мутантів у схрещуваннях завдяки вищій загальній та специфічній комбінаційній їх здатності дає змогу підвищувати врожайність від 10 до 100 – 200 %.

У розв'язанні загальної проблеми підвищення врожайності сільськогосподарських культур значна роль належить використанню чоловічих стерильних форм, які часто виникають під дією мутагенів.

Повідомлення в спеціальній літературі про індукування цитоплазматичної чоловічої стерильності мутантних форм пшениці, рису, ячменю, гороху, томатів, бавовнику, тютюну, огірків та інших культур свідчать про великі можливості експериментального мутагенезу і необхідність розроблення програми ширшого використання їх у схрещуваннях.

Виведення мутантних сортів, створення великої кількості мутантів з корисними змінами поставили питання про збереження і раціональне використання багатого генофонду, створеного селекціонерами. З цією метою в Інституті селекції й акліматизації рослин у Радзикуві (Польща) створено центральний банк інформації про всі мутанти, здобуті в селекційних закладах світу.

Мутаційний процес, як і рекомбіногенез при гібридизації, має ймовірнісний характер. Так, на початкових етапах селекційного процесу дослідник працює з тисячами і навіть сотнями тисяч зразків, а до випробування доходить лише кілька. Запорукою успішного використання індукованих мутацій є копітке генетичне вивчення їх, оскільки індуковані мутанти — нові форми зі зміненими генетичними системами, сформованими у вихідних сортів природним і штучним добором у процесі селекції. Проте виявляють мутації переважно за фенотипом, і у незначній кількості виявлені мутанти досліджують сучасними методами біохімічного аналізу. Адже нині залишаються невідомими ключові події процесу становлення ознаки, в якому взаємодіють системи генів.

Повну інформацію про генетичну природу мутації і можливий напрям її використання може дати застосування методів секвенування генів та полімеразної ланцюгової реакції (RAPD) за умови їх масової доступності для всіх наукових установ і дослідників.

Контрольні запитання і завдання

1. Викладіть класифікацію мутацій та їх селекційну цінність. **2.** Які ви знаєте чинники індукованого мутагенезу та їх ефективність? **3.** Назвіть мутагенні дози і концентрації. **4.** Що дала мутаційна селекція для створення нових сортів польових культур?

Розділ 8
ПОЛІПЛОЇДІЯ, АНЕУПЛОЇДІЯ, ГАПЛОЇДІЯ В СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН

Поліплоїдами називають форми з кратно збільшеною кількістю хромосом одного виду. Поліплоїдія зумовлюється спонтанною або експериментальною геномною мутацією, є дуже цінним джерелом для селекції. Народна селекція, не знаючи самого явища поліплоїдії, давно використовувала її як джерело мінливості у створенні культурних рослин.

Пізнання поліплоїдії як важливої біологічної закономірності стимулювало пошук ефективних шляхів штучного створення поліплоїдних, анеуплоїдних і гаплоїдних форм, відкрило нові можливості для подальшого прогресу селекції рослин на генетичній основі.

8.1. Поліплоїдія в природі

Поліплоїдія відіграє значну роль у процесах філогенезу і визначає один із шляхів еволюції рослин. Поліплоїдні рослини трапляються в усіх районах земної кулі. Більшість поліплоїдних рослин сконцентровано в районах з несприятливими кліматичними умовами. Із 70 вивчених видів і різновидів флори архіпелагу Шпіцбергену (76 – 80° пн.ш.) 80 % були поліплоїдами, а серед злакових трав — 22 з 23 видів. Досить багато поліплоїдних видів у гірських районах Паміру, які характеризуються різкими температурними контрастами, коротким вегетаційним періодом, сухістю повітря й ґрунту. Тут із 150 вивчених видів 86 — поліплоїдні. За більш м'яких кліматичних умов природні поліплоїди трапляються рідше.

Частка поліплоїдних видів серед покритонасінних становить не менше ніж 50% (в односім'ядольних — 70 – 80% і більше). Особливо часто поліплоїдні роди і види трапляються в ботанічних родинах Polugonaceae, Malvaceae, Rosaceae, Poaceae.

У різних родах рослин виявлено існування поліплоїдних рядів. Види роду Triticum L. мають хромосомні числа 14, 28, 42, 56. Цей ряд показує, що в еволюції пшениці було поліплоїдно кратне збільшення основного числа хромосом $x = 7$.

Природні поліплоїди відібрані і використані людиною за цінні практичні властивості. Так, найважливіша зернова культура — пшениця представлена тетраплоїдними (T. durum L.) і гексаплоїдними (T. aestivum L.) формами. Найпростіші види пшениці-

однозернянки ($2n = 14$, T. monococcum L.) у культурі не використовують. Понад 60 % світового виробництва цукру забезпечує поліплоїдна цукрова тростина. Широко культивуються тетраплоїдні форми бавовнику з 52 хромосомами. Диплоїдні види мають коротше волокно. Поліплоїдний ряд картоплі (Solanum L.) містить диплоїди ($2n = 24$), триплоїди ($2n = 36$), тетраплоїди ($3n = 48$), пентаплоїди ($5n = 60$), гексаплоїди ($6n = 72$). Серед них близько 70 % диплоїди, 15 — тетраплоїди, 8 — гексаплоїди, 7 % — інші види. Проте кращі й найпоширеніші сорти картоплі належать до тетраплоїдного виду Solanum tuberosum L. ($2n = 48$). Поліплоїдні ряди характерні для видів вівса ($2n = 14, 28, 42$). У культурі поширений гексаплоїд Avena satina L. ($2n = 42$).

У виробництво впроваджено штучні поліплоїди жита, гречки, червоної і рожевої конюшини, райграсу багатоукісного, брукви, ріпи, кормової капусти, вівсяниці лучної, турнепсу, кавунів, огірків, смородини, аґрусу, тютюну, бавовнику, ефіроолійних, лікарських і декоративних рослин. Зростають площі під триплоїдами цукрових буряків, яблуні, груші.

Швидкі темпи росту і високі продуктивність, стійкість до несприятливих умов і серцевинної гнилі мають триплоїдні форми осики й тополі. Триплоїдні форми берези перевищують диплоїди за виходом ділової деревини на 30 %.

Виникнення поліплоїдії в природі. Поліплоїди в природі виникають двома шляхами: подвоєнням кількості хромосом у клітинах соматичних тканин і завдяки формуванню гамет з нередукованою кількістю хромосом.

У природі розвиток поліплоїдних соматичних клітин і тканин, а з них поліплоїдних пагонів може зумовлюватися різкими перепадами температур, дією різних хімічних сполук ґрунту і кореневих виділень рослин, а також механічними пошкодженнями стебел, коренів, бульб, що зумовлюють утворення калюсу.

Проте найчастіше поліплоїдні рослини виникають не соматичним подвоєнням хромосом, а в результаті порушення правильного перебігу мейозу в батьківських формах. При цьому нередуковані (поліплоїдні) гамети формуються здебільшого внаслідок незавершення першого або другого поділу мейозу, повторного подвоєння кількості негомологічних хромосом при міжвидовому перезапиленні, утворення двоядерних клітин пилку або зародкового мішка чи повного пригнічення першого поділу мейозу.

Відомо понад 30 родин, в яких відмічено функціонування нередукованих гамет. Збільшенню кількості нередукованих гамет сприяють наближені до екстремальних умови середовища. Можливо тому в районах із стабільним кліматом нові поліплоїди виникають рідко і займають обмежені ареали.

Поліплоїдні рослини, як правило, займають відмінні від батьківських форм ніші, тобто є піонерами на неосвоєних предковими формами землях. Звідси простежується поширення поліплоїдів до арктичної області, високогір'їв, піщаних дюн, засолених обмілин і боліт.

В усіх кліматичних поясах найвища частка поліплоїдів серед трав'янистих багаторічників, найнижча — в однорічників.

8.2. Класифікація поліплоїдів

Кількість хромосом може змінюватися в результаті збільшення або зменшення кількості цілих гаплоїдних наборів або окремих хромосом. Організми, в яких відбувалося кратне збільшення цілих гаплоїдних наборів, називають *поліплоїдами*, а при кратному зменшенні — *гаплоїдами*. Організми, в яких кількість хромосом не кратна гаплоїдній, називають *анеуплоїдами*, або *гетероплоїдами*.

Поліплоїди, що виникають на основі кратного збільшення геномів одного виду, називають *автоплоїдами*. Якщо позначити основну кількість хромосом (геном) літерою *A*, то *A* відповідатиме гаплоїду, *AA* — автоплоїду, *AAA* — автотриплоїду, *AAAA* — автотетраплоїду. Поліплоїди, що утворюються на основі кратного збільшення геномів різних видів, називають *алополіплоїдами*, або *амфідиплоїдами*. Алополіплоїди утворюються на основі схрещувань різних видів. Так, якщо в міжвидового гібрида сполучаються геноми *A* і *B,* то утворений від нього алотетраплоїд буде *AABB*. Алоплоїдію називають *гібридною поліплоїдією*.

Анеуплоїди, або *гетероплоїди*, — це геномна мутація, що полягає в зміні кількості хромосом, некратній гаплоїдній.

8.3. Експериментальне одержання поліплоїдів

Дослідження природних поліплоїдів дали змогу виявити основні чинники, які зумовлюють поліплоїдизацію клітин, — коливання температури, хімічну дію, віддалену гібридизацію тощо. Подібність відповідних реакцій організмів на дію цих чинників спостерігається і при експериментальній поліплоїдії. Проте при штучному виведенні поліплоїдів можна застосовувати додаткові чинники, яких не буває за природних умов, а також їх різнобічно поєднувати, що дає змогу значно розширити ефективність створення індукованих аутоплоїдів.

Упродовж тривалого часу найпоширенішим методом подвоєння кількості хромосом було використання температурних впливів на клітинний поділ. І.І. Герасимов у 1890 р., діючи на водорість спірогири низькими температурами (до –4 °С) протягом 5 – 10 хв, вперше

одержав клітини з удвічі збільшеним ядром, а також клітини з двома ядрами. Поліплоїдні клітини спірогири функціонували так само, як і диплоїдні.

З.А. Кожухов (1927) спостерігав виникнення тетраплоїдних клітин у корінцях і стеблових бруньках огірків і кукурудзи під впливом високих і низьких температур. Л. Рандольф (США) в 1932 р., діючи високою температурою на клітини зародка, вивів тетраплоїдну форму Zea mays. А. Мюнтцінг (Швеція) у 1936 р., витримуючи колосся ячменю за температури 40 – 47 °С протягом 18 год після запилення, індукував рослину тетраплоїдного типу.

Дією високої і низької температур на зиготу Г.Д. Карпеченко в 1938 р. створив тетраплоїди двох сортів ячменю, а Дорет в 1936 р. — жита і пшениці.

Для отримання поліплоїдів використовували також метод декапітації, який полягає у зрізуванні верхівки і видаленні бруньок у молодих добре розвинених рослин. На поверхні зрізу утворюється калюс, з якого іноді виникають тетраплоїдні пагони.

Вперше за явищем подвоєння хромосом при регенерації рослин спостерігав Г. Вінклер у 1916 р. Він вивів поліплоїди з деяких видів Solanum.

С. Іоргансен (1928) у молодих рослин пасльону з 4 – 5 листками зрізав верхівки і видалив бічні бруньки. З калюсу, що утворився на поверхні зрізу, диференціювалися пагони, які зрізали при досягненні ними довжини 4 – 6 см. Висаджені й укорінені пагони давали 4 – 10 % тетраплоїдних форм.

Метод поліплоїдизації Вінклера — Іоргансена до відкриття колхіцинування був поширений у селекційній практиці.

У 1937 р. А. Блекслі, О. Ейвері запропонували колхіциновий метод поліплоїдизації і відкрили нову сторінку в селекції культурних рослин. Алкалоїд колхіцин виділяється з рослини Colchicum autonale (пізньоцвіт осінній). Широке використання колхіцину для створення поліплоїдів пояснюється тим, що він розчиняється у воді і малотоксичний для рослин. Колхіцин ($C_{22}H_{25}O_6$) добувають екстрагуванням спиртом. Найчастіше колхіцин випускають у вигляді білого порошку, який добре розчиняється у воді, хлороформі і спирті.

Під дією колхіцину в клітині під час поділу не утворюється фігура веретена, сестринські хроматиди не розходяться до протилежних полюсів, а залишаються в одному ядрі. У телофазі навколо подвійного набору хромосом утворюється ядерна мембрана.

Методи одержання поліплоїдів. Матеріалом для оброблення колхіцином можуть бути насіння, проростки, стебла, листя, бульби, бруньки, корені.

При використанні водних розчинів колхіцину попередньо готують 1%-й маточний розчин, з якого далі послідовним розбавлянням

готують розчин потрібної концентрації. Зберігають розчини колхіцину у темряві, оскільки на сонці колхіцин розкладається з утворенням люмінолхіцину.

Оптимальні умови оброблення колхіцином установлюють для кожного об'єкта дослідним шляхом. Для оброблення насіння найчастіше застосовують водні розчини колхіцину в концентраціях від 0,01 до 0,5 %, а при дії на точку росту — 0,3 – 1,0 %. Експозиція оброблення становить від кількох годин до кількох діб (залежно від об'єкта).

Найпростішим способом оброблення є колхіцинування сухого або попередньо замоченого насіння. Для цього насіння розкладають на фільтрувальному папері, зволоженому розчином колхіцину, і витримують у чашках Петрі доти, доки воно не наклюнеться. Потім насіння переносять в іншу чашку Петрі на фільтрувальний папір, зволожений звичайною водою або живильним розчином. Тут насіння витримують до появи нових корінців замість відмерлих у результаті колхіцинування.

При обробленні дрібного насіння після колхіцинування для зволоження фільтрувального паперу важливо застосовувати живильні розчини типу розчину Кнопа.

Для двосім'ядольних рослин зручним є крапельний метод для оброблення точки росту. При цьому застосовують водні розчини колхіцину або колхіцину з агаром, гліцерином чи трагакантином (камеддю).

Краплю розчину наносять на точку росту між сім'ядолями відразу після їх розгортання. Оброблення проводять упродовж 2 – 5 діб у ранкові години.

Крапельний метод запобігає відмиранню кореневої системи і не стримує росту оброблених проростків на тривалі строки.

Добрі наслідки на різних культурах спостерігаються при обробленні точок росту колхіцинланоліновою пастою (1 %) і при використанні ватних тампонів, зволожених розчином колхіцину.

У злаків тампони вставляють у розріз, зроблений в основі 2 – 5-сантиметрового паростка. У кукурудзи успішно застосовують ін'єкцію 0,1 – 0,2%-го розчину, який вводять за допомогою шприца в центральну частину стебла на рівні кореневої шийки.

При використанні бульб для колхіцинування застосовують покриття вічок триміліметровим шаром ланолінової пасти. Іноді на проростки бульби накладають ватні тампони, які раз на добу протягом 5 діб змочують 0,2%-м розчином колхіцину.

Обробляючи пагони, їх верхівку занурюють у посудину з розчином колхіцину. При цьому попередньо на пагоні на 1 – 2 см нижче від верхівкової точки росту роблять невеликий надріз. Іноді верхівка гине, але бруньки, які формуються на пагоні нижче від місця оброблення, дають початок поліплоїдним пагонам.

При колхіцинуванні пагонів і бруньок часто застосовують колхіцин у суміші з гліцерином, агаром, рициновою олією, трагакантином або ланоліном.

При повільному клітинному поділі вдаються до попереднього етіолування рослин у темряві і застосування суміші колхіцину з гібереліновою кислотою.

У деяких випадках успішно обробляють колхіцином корені злаків. Для цього корені промивають у воді і впродовж 3 – 5 діб занурюють почергово то в слабкий (0,05%-й) розчин колхіцину, то в проточну воду.

З інших хімічних речовин для поліплоїдизації використовують аценафтен. З похідних аценафтену для створення поліплоїдів у злаків ефективні 3-хлораценафтен, 5-хлораценафтен, 3-фторацена-фтен, 5-фторацена-фтен.

Іноді для поліплоїдизації успішно застосовують гаммагексахлорциклогексан, добрі результати дає амінофенольний ефір-алкалоїд, який добувають з ефірної олії петрушки (Petroselinum Hoffm.).

8.4. Анатомо-морфологічні, фізіологічні і біохімічні особливості поліплоїдів

Поліплоїдні рослини характеризуються комплексом анатомо-морфологічних ознак, фізіологічними і біохімічними властивостями, які зумовлені природою їх генотипу. Ці ознаки й властивості дають змогу досить легко відрізняти їх від вихідних диплоїдних форм. Кожній стадії розвитку відповідають свої, більш-менш виражені відмінності. Тому поліплоїдні форми добирають неодноразово, беручи до уваги весь комплекс особливостей, що виникають у рослин в зв'язку з переходом на поліплоїдний рівень. Поліплоїди розпізнають за морфологічними ознаками різних органів рослин, їх фізіологічними та біохімічними властивостями.

Насіння. Як правило, насіння тетраплоїдних форм відрізняється від насіння диплоїдних рослин за розмірами і масою. Тетраплоїдне насіння за масою іноді перевищує насіння диплоїдних рослин на 50 – 70 %. Маса 1000 насінин становить: диплоїдного жита — 29,5 г; тетраплоїдного — 46,2; проса — 5,1 і 8,5; конюшини — 1,8 – 3,3; гречки — в середньому 25 – 26 і 30 – 40 г. Маса 1000 клубочків диплоїдних цукрових буряків сорту Верхнячський 038 – 23,0 г, а тетраплоїдної форми цього самого сорту — 40,9 г.

Більші розміри насіння тетраплоїдів у багатьох культур дають змогу відокремлювати його від насіння диплоїдів фракціонуванням на решетах.

Проростки. Як і насіння, проростки тетраплоїдних рослин відрізняються більшими розмірами. У двосім'ядольних рослин це особливо помітно у фазі сім'ядольних листків, які у тетраплоїдів значно кругліші, товщі, інтенсивніше забарвлені. Гіпокотилі товсті, іноді вкорочені.

Габітус рослин. Здебільшого тетраплоїдні рослини характеризуються сильнішим розвитком. Іноді спостерігається збільшення висоти рослин. Стебла у поліплоїдів, як правило, товщі, але кількість гілок менша. Листя, квітки і плоди крупніші, але менш численні, ніж у диплоїдних рослин. Тетраплоїдні кормові злаки і жито часто характеризуються зниженим кущінням.

Поліплоїди ідентифікують також за розмірами клітини, їх збільшення безпосередньо пов'язане з подвоєнням кількості хромосом і майже завжди спостерігається у поліплоїдних форм. З цією метою найчастіше використовують клітини продихового апарата і пилкові зерна, розміри та інші особливості яких вважаються універсальними критеріями для попереднього визначення поліплоїдної природи рослин.

Продиховий апарат. Для виявлення поліплоїдних форм найбільший інтерес становлять розміри замикальних клітин продихів, кількість продихів на одиницю площі і кількість хлоропластів у них.

При переході на тетраплоїдний рівень довжина замикальних клітин збільшується приблизно в 1,3 – 1,6 раза.

Між поліплоїдами і диплоїдами простежується різниця у кількості продихів на одиницю площі листкової поверхні. У міру збільшення розмірів продихових клітин їх кількість на одиницю площі зменшується.

Різним рослинним видам і расам властива повна, характерна тільки для них кількість хлоропластів і замикальних клітин продихів епідермісу листка. Ця кількість залежить від зміни рівня плоїдності. Так, у гаплоїдних цукрових буряків у середньому 8 хлоропластів, диплоїдних — 14, триплоїдних — 20, тетраплоїдних — 26, пентаплоїдних — 30, гексаплоїдних — 37, октоплоїдних — 51. Установлено, що кількість хлоропластів — досить надійна ознака, і нею широко користуються для ідентифікації поліплоїдів.

Пилкові зерна. У тетраплоїдних рослин збільшуються розміри пилкових зерен і кількість пор на екзині. Це характерно для буряків, капусти, люпину, конюшини, огірка та інших рослин. Як правило, розмір пилкових зерен збільшується на 25 – 30 %.

Тоді як розміри пилку сильно варіюють залежно від умов вирощування, кількість пор на екзині залишається незмінною і є надійнішим критерієм для виявлення тетраплоїдів. Перевагою цієї ознаки є можливість проведення добору ще до цвітіння, оскільки кількість пор не залежить від ступеня дозрівання пилку. Добір тетра-

плоїдних форм за цією ознакою широко використовують у цукрових буряків, конюшини, капусти.

У поліплоїдних форм рослин знижується насіннева продуктивність. Головною причиною цього є різні порушення в кон'югації і розходженні хромосом, а також поява унівалентів. Це інколи зводить до нуля перевагу поліплоїдизації. Тому підвищення фертильності поліплоїдів є дуже актуальним. Розв'язати цю проблему можна такими шляхами:

1) добором безпосередньо за зав'язуваністю насіння;

2) на основі генетичних чинників, які контролюють бівалентну кон'югацію хромосом;

3) стимулюванням бівалентної кон'югації за допомогою опромінення або оброблення хімічними мутагенами гібридів і наступним їх переведенням інбридингом у гомозиготний стан;

4) внутрішньовидовою гібридизацією генетично віддалених форм диплоїдів або тетраплоїдів.

У деяких самонесумісних рослин при поліплоїдизації може з'явитися самосумісництво. Це виявлено в диких видів картоплі, конюшини повзучої, груші тощо.

Для поліплоїдів характерні фізіологічні і біохімічні відмінності. Збільшення об'єму клітини часто супроводжується підвищенням вмісту в ній води, особливо в результаті властивого поліплоїдам зниження інтенсивності транспірації. При зміні речовин у поліплоїдів простежується зниження осмотичного тиску. Зміна обміну речовин у поліплоїдів впливає також на хімічний склад тканини, вміст азоту, вуглеводів, вітамінів, алкалоїдів тощо. Негативною особливістю поліплоїдів є деякі порушення фізіологічно важливих процесів у рослинах. У деяких випадках тетраплоїди мають знижену інтенсивність фотосинтезу.

8.5. Добір поліплоїдних рослин у C_0 і C_1 поколіннях

Дуже відповідальною і складною справою є добір і стабілізація індукованих тетраплоїдів. У зв'язку з химерною будовою рослин після колхіцинування добір поліплоїдів у C_0 поколінні має свої особливості залежно від способу оброблення.

При обробленні насіння і проростків виділяти поліплоїдні форми в C_0 на ранніх стадіях розвитку недоцільно ні на основі морфологічних ознак, ні за кількістю хромосом, оскільки характер химерності з віком може значно змінитися, а тому початкове визначення рівня плоїдності може виявитися недійсним.

Для попереднього виділення поліплоїдів молоді колхіциновані рослини поділяють на дві групи. До однієї входять незмінені або

мало змінені рослини, подібні до контрольних рослин, а до другої — змінені рослини з ознаками, характерними для химер поліплоїдного типу. У змінених рослин спостерігаються круглі потовщення, тверді листки з інтенсивним забарвленням. Сюди ж належать рослини з різковираженою потворністю і більш сильними змінами, типовими для химер з високим ступенем плоїдності.

Незмінені рослини диплоїдного типу бракують, рослини другої групи, серед яких можуть бути як повністю тетраплоїдні форми, так і химери тетраплоїдного типу, зберігають для подальшої роботи.

Рослини з дуже сильними змінами здебільшого гинуть, а такі, що вижили, часто виявляються тетраплоїдними.

Перед початком цвітіння, коли у химерних рослин C_0 пройшла стабілізація рівня плоїдності, добирають форми, що утворюють диплоїдні гамети. Рівень плоїдності гамет визначається за особливостями пилкових зерен або за кількістю хромосом у материнських клітинах пилку. Добір за пилком є високоефективним і значно скорочує роботу з контролю кількості хромосом C_1 покоління.

Проте оскільки добір відбувається в дуже скорочені строки перед самим початком цвітіння і рослини можуть перезапилитися, перш ніж їх ізолюють, бажано провести аналіз на плоїдність. Так, стабілізація рівня плоїдності у рослин цукрових буряків у C_0 встановлюється до часу досягнення ними стадії 20 листків розетки. Тому рекомендується виділяти тетраплоїдні форми на основі підрахунку кількості хромосом у двадцятому листку розетки. Виділені таким чином рослини утворюють лише тетраплоїдне насіння, що дає можливість уже в C_0 бракувати всі непотрібні рослини.

При колхіцинуванні квітконосних пагонів, наприклад у цукрових буряків, завжди спостерігається різко виражена химерність. Якщо не втручатися в розвиток таких міксоплоїдних рослин, то вони можуть повернутися до диплоїдного стану. Щоб уникнути цього, всі диплоїдні пагони видаляють, залишаючи на рослині лише гілки тетраплоїдного типу. Якщо немає бар'єра несхрещуваності між диплоїдними і тетраплоїдними формами, то при їх сумісному цвітінні на тетраплоїдних гілках утворюється переважно триплоїдне насіння, оскільки на приймочках тетраплоїдних квіток гаплоїдний пилок проростає швидше, ніж диплоїдний. Наявність у пилку химерної рослини лише 10 % гаплоїдного пилку призводить до виникнення в потомстві химерних рослин до 60 % небажаних диплоїдних і триплоїдних форм. Тому важливо перед цвітінням видаляти всі диплоїдні пагони.

Основна мета добору в C_0 поколінні полягає в отриманні тетраплоїдного насіння. Що складніша химерна будова колхіцинованих рослин, то більше уваги потребує ця робота.

Добір у C_1 поколінні полягає насамперед у виявленні і видаленні всіх диплоїдних і триплоїдних рослин. При цьому добір тетраплоїдних рослин доцільно проводити спочатку за морфологічними ознаками, а потім підрахунком кількості хромосом.

8.6. Використання автоплоїдів у селекції

З відкриттям явища поліплоїдії селекціонерів зацікавила можливість використання поліплоїдів у практичній селекції. Поліплоїди були індуковані майже в усіх родах рослин, які використовуються в сільському господарстві.

Методи експериментальної поліплоїдії набули великого значення в роботах з виведення нових сортів рослин і за досить короткий період у цьому напрямі було досягнуто значних успіхів.

М.С. Навашин та К.М. Герасимова-Навашина ще в 1940 р. вивели перший тетраплоїдний сорт кок-сагизу, який мав крупне коріння зі значно збільшеними молочниками, що було позитивним для технології добування каучуку, вміст якого був вищим порівняно з вихідною формою і кращої якості.

У Скандинавських країнах уперше були виведені і широко вирощувалися комерційні сорти тетраплоїдного жита Тойво, Пекка, Онні, Енеі (Фінляндія), Сейєт (Данія), Стел, Васа II, Бьорн (Швеція). Сорти Енеі і Васа II стійкі до борошнистої роси, а Кунга II — до вилягання.

Створення тетраплоїдного Петкуського жита в колишній НДР у 1953 р. дало змогу виділити форми, які перевищували вихідні сорти за врожайністю більш ніж на 60 – 75 %. Петкус тетраплоїдний виправдав себе також у Франції, Нідерландах, Данії та в Україні.

Створення тетраплоїдного сорту Петкус зумовило зниження довжини соломини на 20 – 25 см порівняно з місцевими сортами, зміцнення основи стебла і верхньої його частини безпосередньо під колосом, що підвищувало стійкість до вилягання, вирівняність стебел за висотою, сприяло одночасному дозріванню, більшій масі 1000 зерен. За його участю виведено і районовано в Польщі сорти Борковські, Тетра і Гожув, в Україні — Дніпровське крупнозерне і Київське тетраплоїдне, в Росії — Холмогорське, в Білорусі — Белта.

В Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва (Харків) В.М. Чередниченко і А.Ф. Шулиндін створили тетраплоїдні форми жита — Харківське 194 тетраплоїдне і Гібридне тетраплоїдне, які мали високу урожайність (від 41,5 до 45,7 ц/га), скоростиглість, підвищену стійкість до вилягання і фузаріозу, зимостійкість. Значні площі жита засівали тетраплоїдними сортами Белта, Житомирське тетраплоїд-

не, Українське тетра. Тепер у Реєстрі сортів є жито озиме тетраплоїдне Верасень, Древлянське, Поліське тетра, Пуховчанка, Утро і жито яре кормове Тетянка.

Високу продуктивність мають сорти тетраплоїдної конюшини лучної. Урожай зеленої маси досягає 1000 ц/га при 800 ц/га у диплоїдних сортів.

У багатьох країнах світу створені і використовуються тетраплоїдні сорти конюшини. В Україні у 1992 р. районовано тетраплоїдний сорт конюшини червоної Кумач селекції Інституту землеробства УААН. На 2004 р. до Реєстру сортів занесено тетраплоїди конюшини Кумач, Кварта, Маркус і Поліс.

Основна вада тетраплоїдних сортів конюшини — недостатній урожай насіння. Це зумовлено не тільки зниженою фертильністю автополіплоїдів взагалі, а й труднощами запилення. У тетраплоїдної конюшини надто великі квітки, це ускладнює запилення її комахами з короткими хоботками. Фертильність можна підвищувати селекційним шляхом.

Тетраплоїдні сорти конюшини мають підвищену врожайність зеленої маси на 15 – 20 % на першому році життя і на 29 – 47 % — на другому, порівняно з вихідними сортами вони стійкі до нематод і кореневих гнилей. За вмістом сирого білка і клітковини істотних відмінностей між тетраплоїдами та диплоїдами не виявлено.

Значний економічний ефект мало впровадження у виробництво тетраплоїдної гречки у колишньому СРСР. Перші тетраплоїди гречки вивів О. Н. Лутков. Цілеспрямовану селекцію гречки на тетраплоїдному рівні розпочав у 1941 р. В.В. Сахаров. Створена ним на основі сорту Більшовик перша перспективна форма тетраплоїдної гречки відрізнялася гігантизмом, підвищеною стійкістю до вилягання й осипання, підвищеним вмістом білка, більшою масою 1000 насінин (32 – 48 г порівняно з 18 – 25 г) і більш пізнім дозріванням. Під назвою Більшовик 4 сорт було районовано у 1980 р. У 1979 р. у Білорусі районований тетраплоїдний сорт Іскра, який перевищував існуючі сорти за врожайністю на 2,1 – 3,5 ц/га (О.С. Алексєєва).

Значне поширення в Польщі дістав тетраплоїдний сорт гречки Емка, в Канаді — сорт Пенкард. Обидва ці сорти виведено на основі матеріалу вітчизняної селекції.

Поліплоїдні сорти гречки мають переваги і недоліки. Вони здебільшого пізньостиглі за рахунок подовження періоду цвітіння — дозрівання.

У рослинах тетраплоїдної гречки вміст рутину набагато більший, ніж у диплоїдної (в квітках — на 3,22 – 3,78 %, у стеблах і листках — на 0,23 – 0,35 %).

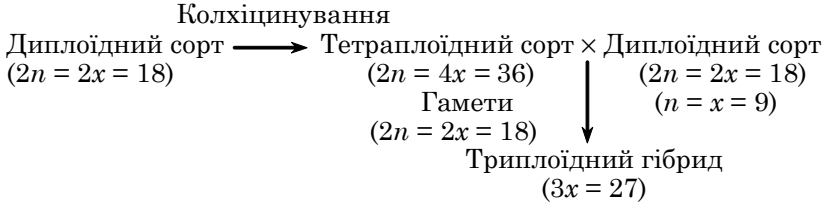
Тетраплоїдна гречка має крупне вирівняне зерно. Маса 1000 насінин дорівнює 30 – 40 г, плівчастість висока — 25 – 28 %. Характерним недоліком поліплоїдів є зниження плодючості порівняно з їх диплоїдами. Це явище О.С. Алексеєва пояснює звуженням гетерогенності популяції, яка пов'язана з колхіцинуванням одиноких рослин.

Позитивні властивості мають також тетраплоїдні форми люцерни, еспарцету, гороху, вики, сої, люпину та інших культур.

Проте найбільших успіхів при застосуванні методу автополіплоїдії досягнуто в селекції цукрових буряків на триплоїдному рівні. Перші експериментальні тетраплоїдні форми цукрових буряків було одержано в 30-х роках минулого століття в Україні, Німеччині, Данії, Швеції, Угорщині. Однак продуктивність перших тетраплоїдів виявилася нижчою, ніж у диплоїдних форм. Канадські вчені (Ф. Пето, С. Боіз, 1940) встановили перевагу триплоїдів над диплоїдними сортами і тетраплоїдними формами. Тому селекція цукрових буряків у країнах Європи та Японії розгорталася на триплоїдному рівні.

Роботу, пов'язану зі створенням триплоїдних цукрових буряків, у колишньому СРСР розпочав О.М. Лутков в Інституті цитології та генетики Сибірського відділення АН СРСР. У 1974 р. районовано два перших поліплоїдних гібриди цукрових буряків — Кубанський полігібрид 9 і створений на основі одноросткових цукрових буряків Білоцерківський полігібрид 1 (автор С.Т. Бережко). Потім було районовано багато полігібридів, які займали близько 850 тис. га і порівняно з диплоїдними сортами забезпечували збільшення врожаю коренеплодів від 18 до 65 ц/га, а збір цукру — від 2 до 12,5 ц/га. У триплоїдних цукрових буряків значно зменшується від'ємний кореляційний зв'язок між масою коренеплодів і їх цукристістю. Триплоїди стійкіші до хвороб і шкідників, вимогливіші до вологості ґрунту.

У триплоїдних гібридах поєднуються ефекти поліплоїдії та гетерозису. Метод створення триплоїдів ґрунтується на виведенні тетраплоїдних форм і схрещуванні їх із звичайними диплоїдними сортами за такою схемою:



Районовані поліплоїдні гібриди вирощують при співвідношенні в насінниках компонентів 3 : 1 або 4 : 1. Тетраплоїдні насінинки дозрі-

вають на 3 – 8 діб пізніше від диплоїдних. Оскільки пилкові трубки диплоїдних форм ростуть швидше, ніж тетраплоїдних, спостерігається явна тенденція до запилення пилком диплоїдних рослин. Вирощені за такою схемою рослини дають приблизно 80 % триплоїдних гібридів.

Отже, товарне насінництво давало господарствам триплоїдне насіння з домішками диплоїдного. Ця домішка знижувала ефект впровадження триплоїдних цукрових буряків. Нині як материнський компонент використовують рослини з цитоплазматичною чоловічою стерильністю, намагаючись довести вихід триплоїдного насіння до 100 %.

Уперше рослини цукрових буряків з чоловічою цитоплазматичною стерильністю виявив й описав Ф.В. Овен у 1942 р.

Стерильна цитоплазма у буряків позначається літерою *S*, цитоплазма нормальних рослин — літерою *N*.

На прояв ознаки стерильності впливають ще два ядерних чинники — *X* і *Z*. Взаємодія генів *X* і *Z* із стерильною цитоплазмою S зумовлює стерильність, яка передається по материнській лінії

За ступенем виявлення ознак чоловічої стерильності Ф.В. Овен поділив рослини на кілька типів.

Повна чоловіча стерильність визначається цитоплазмою *S* і рецесивами за генами *x* і *z* у гомозиготному стані, тобто позначається як *Sxxzz*. Неповна стерильність може бути двох типів: 1-й тип — цитоплазма *S* і гомозиготність або гетерозиготність за одним домінантним геном (*SXxzz*; *SXXzz*; *SxxZz*; *SxxZZ*,), 2-й тип — цитоплазма *S* і гомозиготність або гетерозиготність за обома домінантними генами (*SXxZz*; *SXXZz*; *SXxZZ*).

Фертильні рослини буряків з нормальним пилком (цитоплазма N) можуть давати при запиленні ними повністю стерильних рослин різне за фертильністю потомство. Як правило, стерильність знімається внаслідок дії домінантних чинників запилювача. Проте іноді можна спостерігати закріплення стерильності у потомстві. У цих випадках ми маємо справу із запилювачем конструкції *Nxxzz,* який Ф. В. Овен назвав «О»-типом.

Для виробництва триплоїдного насіння цукрових буряків на стерильній основі слід мати такі компоненти:

- диплоїдний сорт з ЦЧС – $2n(2x)$, (*S*) *XXZZ*;
- закріплювач чоловічої стерильності — «О»-тип $2n(2x)$ (*N*) *xxzz*,
- тетраплоїдний запилювач – $2n(4x)$ *XXZZ*.

Виділені та інцухтовані впродовж 2 – 3 поколінь лінії «О»-типу схрещують потім із загальним джерелом стерильності, і виведені при цьому гібриди оцінюються за продуктивністю. Так визначається загальна комбінаційна здатність ліній «О»-типу. Одночасно багаторазовими бекросами таких ліній на стерильні форми створюються їх стерильні аналоги.

Гібридне триплоїдне насіння для виробничого використання є наслідком схрещування диплоїдних стерильних ліній (частіше простих гібридів між стерильними лініями і закріплювачів стерильності «О»-типу з тетраплоїдними запилювачами). Останнім часом у схрещуванні з тетраплоїдами використовують стерильний матеріал, створений лише на однонасінних формах, завдяки чому триплоїдні гібриди характеризуються, як правило, однонасінністю. У Реєстрі сортів рослин на 2004 р. зазначено 24 триплоїдних гібриди. Серед них Білоцерківський ЧС 90, Білоцерківський ЧС 56, Б-Ц ЧС 51, КВ-Десна, КВ-Дніпро, КВ-бор, Уладівський ЧС 35 та ін.

Великий практичний інтерес становлять гетерозисні триплоїдні гібриди від схрещування тетраплоїдних кормових буряків з диплоїдними цукровими або тетраплоїдних цукрових з диплоїдними кормовими.

Як і цукрові буряки тетраплоїди кормових буряків мають нижчі продуктивність і вміст сухих речовин. Знижена продуктивність тетраплоїдів кормових буряків зумовлена високою частотою анеуплоїдії (до 30 – 40 %), яка призводить до порушення в мейозі, низьких зав'язуваності насіння та його польової схожості.

Перші триплоїдні цукрово-кормові гібриди вивели К. Франдсен і Л. Шлессер у Німеччині. В Угорщині при гібридизації тетраплоїдних кормових буряків Бета рожева з цукровими буряками сорту Бета 436 створено триплоїдну форму К-331, яка за виходом сухих речовин з 1 га перевищувала диплоїдні кормові буряки Бета рожева на 12,8 %.

У колишньому СРСР перші триплоїди кормових буряків створив М.О. Майсур'ян. В Україні у виробництві використовують триплоїдні кормові сорти буряків Авангард, Аміго, Барбара, Кірас, Казіма, Крокус, Львівський жовтий, Магнум, Тамара, Трипільський, Троя. Ці гібриди й сорти перевищують раніше районовані сорти диплоїдних кормових буряків за урожаєм коренеплодів на 15 – 40 % і за виходом сухих речовин — на 25 – 40 %.

У 1951 р. японський генетик Х. Кіхара за таким самим принципом, як і виведення гібридних триплоїдних буряків, розробив метод створення триплоїдних кавунів. Виводять триплоїди запиленням тетраплоїдів пилком диплоїдів (співвідношення 2 : 1 або 3 : 1). Ці гібриди безнасінні, мають дуже великі плоди і підвищену стійкість до хвороб.

8.7. Використання алополіплоїдів у селекції

Алополіплоїди виникають у результаті комбінації двох або більше геномів, що походять від різних видів. Справжні алополіплоїди можуть виникати лише при гібридизації видів, хромосоми яких через істотні відмінності не здатні до кон'югації.

Алотетраплоїди, які виникають при з'єднанні і наступному подвоєнні хромосомних наборів двох різних видів або родів, називають *амфідиплоїдами* (від грец. amphi — обоє). Цей термін увів М.С. Навашин.

Полуторний набір геномів різних видів (*ABB* чи *AAB*) називають *сесквіполіплоїдом*. Алополіплоїди, які містять геноми різних видів з гомологічними сегментами хромосом або навіть цілими хромосомами, називають *сегментними поліплоїдами*.

Класичним прикладом алополіплоїдії є гібрид редьки і капусти, що його вивів Г.Д. Карпеченко в 1924 р. Обидва види Raphaus sativus і Brassica oleraceae мають у диплоїдному наборі кількість хромосом $2n = 18$ і формують гамети з 9 хромосомами. Гібриди між видами, які мають 18 хромосом, повністю стерильні. Серед безплідних гібридів Г.Д. Карпеченко знайшов окремі нормально фертильні рослини. Цитологічні дослідження показали, що ці рослини мають 36 хромосом: 18 від редьки і 18 від капусти. Мейоз у них відбувається нормально, оскільки хромосоми редьки (9R + 9R) і хромосоми капусти (9К + 9К) кон'югують між собою. Такий гібрид Raphanobrassica виявив кілька ознак редьки та капусти і зберігав їх постійно у наступних поколіннях.

Алоплоїди виникають при гібридизації між генетично диференційованими видами, тому первинний диплоїдний гібрид, з якого виводять алополіплоїди, має високу стерильність. Фертильність відновлюється при подвоєнні кількості хромосом, при якій можлива нормальна кон'югація гомологічних хромосом у профазі I мейозу.

У високостерильного гібрида редьки і капусти подвоєння хромосом відбулося в результаті злиття нередукованих 18-хромосомних гамет, які утворюються у вихідному гібриді.

Подвоєнням хромосом у стерильного гібрида тютюну палильного (N. subvestris Speg. et Comes) і тютюну клейкого (N. tomentosiformis Goodsp), які мали по 24 хромосоми, М.Ф. Терновський вивів фертильний амфідиплоїд культурного тютюну (N. tabacum, $2n = 48$), на основі якого створено сорти, стійкі до тютюнової мозаїки і борошнистої роси.

Методом експериментальної поліплоїдії відновлено фертильність міжродових гібридів м'якої пшениці і жита в дослідах В.Є. Писарєва, А.Ф. Шулиндіна, М.В. Цицина, Л.М. Наумової. У Швеції цей метод використовували для виведення ріпаку (Brassica narus L., $2n = 38$) як олійної культури, особливо з метою підвищення його зимостійкості. Як донорів підвищення стійкості до холоду було використано дібрані за цією ознакою форми кормової капусти (Brassica oleraceae L., $2n = 18$) і свиріпи (Brassica campestris L., $2n = 20$). Цю культуру використовують також як кормову.

Алополіплоїдією виведено новий штучний рід тритикале (пшенично-житній гібрид). Це перша зернова культура, створена людиною. До роду тритикале належить уся різноманітність штучно синтезованих пшенично-житніх алополіплоїдів.

Першими авторами стабільних пшенично-житніх гібридів були Г.К. Мейстер, Г.А. Левитський, Н.О. Тюм'якова, В.М. Лебедєв (1930 – 1932).

На першому етапі роботи з тритикале, основну увагу приділяли створенню 56-хромосомних амфідиплоїдів з геномною формулою *AABBDDRR*. Стабільні тетраплоїдні тритикале ($2n = 28$) вперше одержав В.М. Лебедєв у 1932 р. на Білоцерківській дослідній станції і в Білоцерківському сільськогосподарському інституті. Тритикале на октаплоїдному рівні вивели В.Е. Писарєв і А.Ф. Шулиндін.

Для тритикале, так само, як і для пшениці, оптимальним є гексаплоїдний рівень ($7 \times 6 = 42$). Подальше збільшення кількості наборів хромосом менш сприятливе. У 1945 р. 42-хромосомні тритикале створив І.М. Садиков в Азербайджані. У 1943 р. в Угорщині схрестили пшеницю тургідум (28 хромосом) і культурне жито (14 хромосом), а після оброблення колхіцином було виведено 42-хромосомне тритикале.

Найбільших успіхів в Україні з селекції 42-хромосомного тритикале добився харківський селекціонер професор А.Ф. Шулиндін, який використав як батьківські форми озимі тверді пшениці і жито. Перший гексаплоїдний гібрид виник спонтанно. Зима 1959 – 1960 рр. була дуже суворою, і всі посіви озимої пшениці загинули. Проте серед гібридів озимої твердої пшениці і жита збереглася одна рослина, яка була алополіплоїдом. Очевидно, під дією низьких температур частина квіток сформувала гамети з нередукованою кількістю хромосом, у результаті чого два колоси виявилися плодючими. Потомство цієї рослини за урожайністю перевищувало батьківську форму. Після цього А.Ф. Шулиндін широко розгорнув роботу, пов'язану зі створенням гексаплоїдних тритикале гібридизацією озимих твердих пшениць і жита з наступним колхіцинуванням:

Triticum durum × Secale cereale

$2n = 28$		$2n = 14$
Геном *AABB*	↓	Геном *RR*
Тетраплоїд		Диплоїд

F_1

$2n = 21(ABR)$

Тригаплоїд

↓

Оброблення колхіцином

↓

Первинне тритикале

$2n = 42$

Геном *AABBRR*

Гексаплоїд

Комерційні сорти гексаплоїдного тритикале виведено в Угорщині, Канаді, Іспанії. Нова культура дає зерно вищої якості, ніж пшениця. Білок тритикале за поживними властивостями перевищує білок пшениці. Так, Амфідиплоїд 1 (АД-1) широко використовують на зелений корм, Амфідиплоїд 206 (АД-206) районовано у багатьох областях України як зернову культуру.

Крім тритикале практичну цінність мають й інші алополіплоїди. Зокрема, виробничого значення набули алоплоїдні сорти перцевої м'яти Прилуцька 6, Краснодарка 2, Медичка, Москвичка, Сімферопольська 200, Лубенчанка, вміст ментолу в яких на 20 – 25 % більший, ніж у звичайних сортів.

У Швеції Г. Олсон вивів синтетичну форму ріпаку (B. napus $2n = 38$) схрещуванням листкової капусти (B. oleraceae L., $2n = 18$) з польовою капустою (свиріпою) (B. campestris L, $2n = 30$), подвоюючи у гібрида кількість хромосом. Ця форма ріпаку давала на 7 % більше олії з одиниці площі, ніж кращі сорти природного ріпаку. Штучно виведені алополіплоїди гібридів капусти з ріпаком і турнепсом дали цінні кормові культури, невідомі в природі.

У Шотландії створено гібрид турнепсу і китайської капусти, що дістав назву «тіфон», урожайність зеленої маси якого з 1 га становить 500 – 700 ц. Десятки років у Болгарії вирощують алоплоїдний гібрид озимого ріпаку з китайською капустою. У світовій селекції ця культура стала відома під назвою «перко». За своїми біологічними і господарськими властивостями це унікальна білково-олійна культура. Високий вміст (9 – 21 %) сирого протеїну, а також цукрів і каротину свідчить про те, що перко є дуже цінною культурою, яка за два укоси дає урожай зеленої маси 400 – 450 ц/га.

На дослідному полі «Куузіку» Естонського інституту землеробства виявлено природний гібрид, який утворився від схрещування брукви і кормової капусти при злитті гаплоїдної гамети з нередукованою гаметою капусти. Нова кормова культура куузіку має 36 хромосом, дуже урожайна (урожайність коренеплодів — 1000 – 1200 ц/га, гички — до 200 ц/га).

Значна частина поширених у природі поліплоїдних рослин, що розмножуються за природних умов насінням, є алополіплоїдами. До них належать більшість видів пшениці, вівса, тетраплоїдні види бавовнику, тютюн, брукви, ріпак, гірчиця, суниця звичайна, слива та інші культури.

У 1918 р. японський учений Сакамура встановив, що пшениця утворює поліплоїдний ряд, який охоплює ди-, тетра- і гексаплоїди з кількістю хромосом відповідно 14, 28, 42 (базове число $x = 7$). Кожний рівень плоїдності має певні таксономічні відмінності, на основі яких систематики з'ясовують належність форми пшениці до того чи іншого виду або підвиду.

Порівняння гібридів пшениці і взаємозв'язок їхніх геномів у мейозі показує, що диплоїди мають $2n = 2x = 14$ хромосом і геном *AA*; тетраплоїди — $2n = 4x = 28$ хромосом і геном *AABB*; гексаплоїди — $2n = 6x = 42$ хромосоми і геном *AABBDD*, тобто тетраплоїди є результатом гібридизації між диплоїдами *AA* і *BB* з наступним подвоєнням хромосом (*AA* × *BB* = *AB* → *AABB).* Гексаплоїди виникли від схрещування тетраплоїдів з третім диплоїдним видом — донором геному *D* і нового подвоєння хромосом (*AABB* × *DD* = = *ABD* → *AABBDD*).

Гіпотеза походження гексаплоїдних пшениць, що ґрунтується на каріологічних дослідженнях, була підтверджена експериментально.

У 1944 р. Х. Кіхара, а також Мак-Фадден і Е. Сірс незалежно один від одного вивели амфідиплоїд схрещуванням T. dicoccoides ($2n = 28$) і егілопса Ae. sguarrosa ($2n = 14$). Морфологічно гібрид був схожий на вид T. spelta. Було показано, що геном *DD* від Ae. sguarrosa передає ламкість колосового стрижня, тому колос T. spelta ламкий. При повторному синтезі, коли використовувався вид T. diccocum (культурна полба), гібриди також були схожі на T. spelta.

Отже, було доведено, що первинною гексаплоїдною пшеницею була спельта. Ресинтезувати м'яку пшеницю T. aestivum вдалося східчастим схрещуванням за такою схемою:

T. urartu × Ae. longissima

A^uA^u ($2n = 14$) ↓ BB ($2n = 14$)

A^uA^uBB ($2n = 28$) × Ae. taushii DD $2n = 14$

↓

A^uA^uBBDD ($2n = 42$)

T. macha Dekapr., T. spelta L., T. compactum Host.,
T. aestivum L., T. sphaerococcum Persiv

Домашня слива (Prunus domestica) невідома в дикому стані. Вона виникла як алогексаплоїд від спонтанного схрещування аличі (P. cerasifolia) і терену (P. spinosa) з наступним подвоєнням хромосом. У 1935 р. В. Рибін класично відтворив цей процес, синтезуючи домашню сливу.

Культурний тютюн (Nicotianum tabacum) виник від схрещування N. sylvestris з одним із видів секції Tomantosae (N. tomentosiformis). Ресинтез його провів М.Ф. Терновський у 1935 р.

Ці дослідження дали змогу не лише з'ясувати походження деяких культурних рослин, а й визначили шляхи синтезу нових міжвидових, а іноді й міжродових форм, яких немає в природі.

8.8. Гаплоїдія і селекція

В еволюції рослин крім процесу збільшення кількості хромосом у результаті поліплоїдизації спостерігається і зворотний процес, при якому знижується рівень плоїдності, тобто відбувається їх деплоїдизація. Одним із шляхів деплоїдизації є кратне зменшення кількості хромосом у клітині, або гаплоїдизація.

Явище гаплоїдії було відкрито в 1920 р. Перші гаплоїди у рослин експериментально одержав у Datura stramonium у 1921 р. Бергнер. Кількома роками пізніше було виявлено гаплоїди у багатьох видів сільськогосподарських культур — пшениці, рису, жита, ячменю, кукурудзи, сорго, картоплі, цукрових буряків, льону, бавовнику, тютюну, перцю тощо. Підвищену здатність до утворення гаплоїдів відмічено у родинах злакових, пасльонових, лілійних і капустяних.

Після відкриття явища гаплоїдії було встановлено, що гаплоїди різних видів рослин, значно відрізняючись за морфологічними ознаками, мають деякі загальні цитогенетичні особливості, на основі чого їх можна об'єднати в кілька однотипних груп.

Усі гаплоїди залежно від рівня плоїдності вихідної форми поділяють на дві основні групи:

1) моногаплоїди — гаплоїди від особин з диплоїдною кількістю хромосом;

2) полігаплоїди — гаплоїди, одержані від особин з поліплоїдною кількістю хромосом.

Методи одержання гаплоїдів. Для експериментального одержання гаплоїдних рослин використовують різні методи: міжвидове схрещування, внутрішньовидове запилення, затримку запилення, використання недорозвиненого пилку, дії високих і низьких температур, іонізувального випромінювання та хімічних речовин, заміщення цитоплазми і трансплантацію зародків, близнюковий метод, метод культури пилку.

Міжвидове схрещування. При запліднені материнської рослини пилком генетично віддаленого виду рух чоловічих гамет утруднений у чужорідному середовищі зародкового мішка і один із спермієв може загинути, не досягнувши яйцеклітини. Проте яйцеклітина може розвиватися без запліднення під впливом тільки хімічних речовин пилкової трубки. Якщо другий спермій нормально з'єднається з центральним ядром зародкового мішка і забезпечить розвиток життєздатного ендосперму, то з незапліднені яйцеклітини розвинеться гаплоїдний зародок.

Цим методом створюють гаплоїди картоплі, тютюну, ячменю та інших культур. У цілому міжвидовим запиленням виведено близько половини всіх відомих гаплоїдів сільськогосподарських культур.

Внутрішньовидове запилення. Поява гаплоїдів у комбінаціях від внутрішньовидового запилення спостерігається в деяких генотипів. Внутрішньовидове запилення є поки що одним із ефективних методів створення гаплоїдів кукурудзи і ріпаку. Вихід гаплоїдів при відповідному доборі материнської форми і запилювача кукурудзи підвищується в 10 – 20 разів і більше, тобто здатність до утворення моногаплоїдів перебуває під генетичним контролем, зумовленим генотипами як материнської рослини, так і запилювача.

Затримка запилення. Материнські рослини запилюються не відразу після кастрації, а через кілька діб. Японський учений Х. Кіхара найкращі результати мав у T. monococcum при запиленні через 9 діб після видалення пиляків. Він створив 3 гаплоїди від 8 запилених рослин. Є дані про збільшення частоти появи гаплоїдів кукурудзи методом затримки запилення до 20 діб після дозрівання яйцеклітини.

Температурні умови можуть зумовити появу гаплоїдів або прямим стимулюванням яйцеклітини до партеногенетичного розвитку, або за рахунок сповільненого росту пилкової трубки при вході її у зав'язь, оскільки подовжується тривалість запліднення, і яйцеклітина починає поділ до злиття з чоловічою гаметою. Відомі випадки створення гаплоїдів під впливом високої температури у кукурудзи, рису, тютюну, льону. Проте у цілому цей метод малоефективний.

Іонізувальне випромінювання ефективно застосовують для одержання гаплоїдів пшениці, меншою мірою кукурудзи, томатів, картоплі. Найчастіше пилок опромінюють рентгенівськими променями в дозах 4 – 6 Гр. Вплив опромінювання здебільшого полягає у частковій інактивації чоловічих гамет і загибелі однієї з них. В інших випадках опромінювання порушує поділ генеративного ядра і гамети функціонують як одне ціле.

При опромінюванні материнської зародкової тканини іноді вдається вивести андрогенні гаплоїди.

Гаплоїдні пагони і рослини можна виявити після опромінювання соматичних тканин. Здійснюють це опромінюванням зовні або внесенням радіоактивних нуклідів ^{30}P і ^{35}S у ґрунт до початку макроспорогенезу. У м'якої пшениці зафіксовано появу гаплоїдів з частотою 1 : 800. Внутрішнє джерело радіації інактивує чоловічі гамети в пилкових трубках.

Хімічна стимуляція зародкових мішків. Оброблення різними стимуляторами материнських клітин — апробований метод виведення партенокарпічних плодів. Проте використання його для одержання гаплоїдів успіху не мало. У кукурудзи було отримано гаплоїди при обробленні приймочки у період цвітіння 0,005%-м розчином гідразиду малеїнової кислоти і колхіцином. Відомі окремі

випадки появи гаплоїдів після оброблення колхіцином соматичних клітин.

Використання ядерно-цитоплазматичної різноякісності. У 1962 р. японські генетики Х. Кіхара і К. Цуневакі повідомили про наявність 1,7 % гаплоїдів у потомстві м'якої пшениці з цитоплазмою Aegilops caudata, а в потомстві штучного роду Triticale з цитоплазмою того самого егілопсу — 52,9 %. Використання материнської лінії кукурудзи з цитоплазмою теосінте підвищувало вихід моноплоїдів порівняно зі звичайною лінією в 1,3 раза.

Близнюковий метод у гаплоїдії пов'язаний з пошуками і аналізом близнюкових рослин. Можливість методу визначається тим, що члени близнюкових пар, які виросли з однієї насінини, мають інший рівень плоїдності, ніж основна маса рослин цього виду чи сорту. Різні співвідношення плоїдності у близнюків пояснюються можливістю розвитку крім яйцеклітини й інших клітин зародкового мішка, насамперед синергід.

Метод культури пилку. Створення андроклинних гаплоїдів з культури пилкових клітин і пиляків почали практикувати порівняно недавно. Гаплоїдні рослини вдалося виростити на основі чоловічого гаметофіта з пилкових зерен, вирощених на штучному середовищі. Цим методом одержано гаплоїди тютюну, рису, дурману.

З культури пиляків нині створено гаплоїди тютюну, капусти, ріпаку, свиріпи, петунії, спаржі, лікарських рослин (наперстянка, блекота біла). У більшості сільськогосподарських культур гаплоїди пиляків практичного значення поки що не мають.

Виявлення гаплоїдів. Гаплоїдні рослини відрізняються від вихідних форм зменшеними розмірами клітин, ядер і всіх органів. Моногаплоїди, а часто і полігаплоїди стерильні.

Морфологічно гаплоїди подібні до вихідних форм, але мають менший габітус, дрібніше листя. Вони характеризуються більш раннім цвітінням і коротшим вегетаційним періодом.

Моногаплоїди кукурудзи швидше розвиваються, зацвітають на 1 – 2 доби раніше за відповідних їм диплоїдів.

Дигаплоїди картоплі мають менш розвинену наземну масу, пізніше зацвітають. Морфологічно відрізняються від вихідних форм більш розсіченим, вкороченим листям, компактним суцвіттям з меншою кількістю квіток.

У моногаплоїдів у мейозі немає кон'югації хромосом і спостерігається утворення унівалентів. Унаслідок випадкового розходження унівалентів формуються мікроспори з анеугаплоїдними неправильними наборами хромосом, тому розміри мікроспор значно варіюють. В автополігаплоїдів через наявність гомологічних геномів редукційний поділ може бути порушений незначною мірою, у цьому разі рослини зберігають фертильність.

Соматичні тканини гаплоїдних рослин в окремих випадках спонтанно повертаються до диплоїдного або поліплоїдного стану, даючи початок кореням, пагонам і квіткам високого рівня плоїдності.

Для виділення гаплоїдів у вищих рослин використовують методи, які можна поділити на чотири групи: застосування генетичних маркерів; використання побічних цитоморфологічних і анатомічних показників плоїдності; використання реакції надчутливості до інфекційних хвороб; підрахунок кількості хромосом.

Застосовування генетичних маркерів. Оскільки здебільшого гаплоїди походять від материнської рослини, то кожна макроклітинна гаплоїдна рослина, яка з'явилася в потомстві від схрещування двох форм, що відрізняються за морфологічними ознаками, буде подібна до материнської рослини. Для посилення відмінностей схрещуваних форм як запилювач добирають рослини з добре вираженими домінантними маркерними ознаками, що виявляються на стадії проростків, а як материнські — рослини з алельними рецесивними ознаками.

Усі проростки гібридного походження з домінантними ознаками бракують. Решту піддають цитологічному аналізу для виявлення гаплоїдів.

У запилювачів кукурудзи як маркерні гени використовують: ген пурпурного забарвлення (A_1A_2BPLR); гени коричневого забарвлення рослин (a_1A_2BPLR), яке зумовлене рецесивним геном *a*; гени пурпурної плюмули (пляма на кінчику колеоптиля проростка (APu_1Pu_2), пігментація також буває у зародків зерна; гени пурпурного забарвлення алейрона ендосперму (A_1A_2CRPr або *pr*); ген пігментації щитка ($AcRS_1S_6$); ген пігментації колеоризи ($Pc_1Pc_2Pc_3Pc_4$); гени крохмального ендосперму *Su* використовують як маркери для цукрової кукурудзи (*su*); ген *y* жовтого ендосперму застосовують, якщо материнські лінії мають світліший ендосперм.

Для виявлення дигаплоїдів S. tuberosum використовують ознаку забарвленого гіпокотиля у запилювачів, детермінованих геном *P*, а також наявність червоної або синьої плями на сім'ядольному вузлі зародка запилювача — індуктора гаплоїдії.

У бавовнику маркерними можуть бути ознаки — кремові пелюстки і оранжевий пилок.

Використання побічних цитоморфологічних і анатомічних показників плоїдності. Гаплоїди можна розпізнавати серед рослин з більшим рівнем плоїдності за деякими побічними ознаками.

За даними багатьох авторів, кількість хлоропластів — відмінний критерій плоїдності, який з успіхом використовують як побічний

показник при попередній ідентифікації гаплоїдів картоплі (їх приблизно вдвоє менше в замикальних клітинах продихів).

У кукурудзи увагу звертають на довжину першого листка (у гаплоїдів він удвічі коротший, ніж у вихідної форми), довжину коренів і пагонів у фазі трьох листків і довжину продихових клітин першого листка.

Гаплоїди тютюну (N. tabacum) за розмірами значно поступаються диплоїдам. Листки у гаплоїдів, як правило, щільніші й твердіші, квітки та їхні елементи зменшені, рослини повністю стерильні.

Використання реакції надчутливості до інфекційних хвороб. Для виявлення гаплоїдів у деяких видів використовують надчутливість до хвороб. Надчутливість — це тип реакції, при якій інфекція локалізується у певних ділянках рослини. При змішаній реакції надчутливості інфекція повністю уражає всю рослину, зумовлюючи її відмирання.

Для виділення гаплоїдів у тютюну надчутливість до вірусу тютюнової мозаїки (ВТМ) успішно застосовував Р. Флауерс, використовуючи як запилювач сорти, гомозиготні за домінантними ознаками надчутливості (*NN*), а як материнські форми — зразки, гомозиготні за рецесивною ознакою (*nn*). Сіянці були інокульовані ВТМ у фазі першого справжнього листка. Справжні гібриди (*Nn*) гинули. Рослини, що вижили, були гаплоїдними (*n*).

Підрахунок кількості хромосом. Заключну ідентифікацію гаплоїдів проводять прямим підрахунком хромосом у меристемі корінців, столонів, листків, бутонів, у материнських клітинах — мікроспор.

Найшвидший спосіб підрахунку хромосом — приготування тимчасових давлених препаратів.

Використання гаплоїдів у селекції. Думка про використання гаплоїдів у селекції та насінництві була вперше висловлена ще в першій половині XX ст. (Г.Д. Карпеченко, 1929; М.І. Вавилов, 1932; М.С. Навашин, 1933; М.І. Хаджинов і В.А. Паншин, 1935). Однак практична реалізація її здійснювалась дуже повільно.

Стримувальними чинниками у використанні гаплоїдів були труднощі їх виведення в потрібній для селекції кількості і переведення гаплоїдів на диплоїдний рівень.

Тепер для деяких культур ці чинники значною мірою усунені (кукурудза, ячмінь, картопля, бавовник, тютюн та ін.). Основними напрямами використання гаплоїдів у практичній селекції є: прискорення створення сортів; створення гомозиготних ліній у селекції на гетерозис; подолання міжвидової несумісності.

Прискорене створення сортів. Найперспективнішими є використання гаплоїдів ячменю. Індукування гаплоїдів від міжсорто-

вих гібридів і доведення їх до нормального рівня плоїдності не потребує тривалих пересівів для досягнення константності.

Уже є перші результати. Парк із співробітниками (Канада) провів польове оцінювання продуктивності подвоєних ліній гаплоїдного ячменю, виведених при схрещуванні сортів Парагон × Зефір і ОВ 73 × Чемплейн, за 2 роки. З 61 гаплоїдної лінії ячменю 15 були продуктивнішими, ніж виробничі сорти, 16 мали крупніше зерно, 14 виявилися більш ранньостиглими. Райнбергс та інші вчені вивчали близько 100 гаплоїдних ліній чотирьох різних гібридів ячменю, і всі вони були гомозиготними. Це свідчить про придатність гаплоїдного методу для ранньої ідентифікації кращих гібридів ячменю, який може бути одним з альтернативних методів селекції цієї культури, що зумовить швидке й економніше створення нових сортів.

Китайські дослідники методом культури пиляків рису вивели лінії, стійкі до бактеріальної плямистості, які за врожайністю перевищують стандартні сорти на 4 – 20 %.

Як відомо, більшість найважливіших культурних рослин є поліплоїдами (П.М. Жуковський), тобто, з одного боку, поліплоїди мають велике значення в еволюції культурних рослин, а з другого, вони зумовлюють специфічні ускладнення в селекційному процесі. Це насамперед своєрідність генетичного розщеплення у поліплоїдів, яке відбувається через те, що збільшення кількості хромосом призводить до відповідного збільшення різних алелів у кожному локусі.

На труднощі селекції тетраплоїдів вказав Ю.П. Лаптєв. Він визначив, що розщеплення в потомстві тетраплоїдів ускладнює також селекційний процес. Так, при доборі на рецесивний фенотип (*aaaa*) в F_1 та F_2 при моногібридному схрещуванні частота фенотипового виявлення рецесивного алеля на диплоїдному рівні становить 1/4, а на тетраплоїдному — тільки 1/86. Однак на практиці добір рідко проводять лише за одним геном. Тому загальна частота виявлення бажаного сполучення рецесивних ознак різко знижується навіть при доборі за двома і, тим більше, за трьома генами. Якщо при доборі за трьома рецесивними генами на диплоїдному рівні частота виявлення бажаного сполучення генів дорівнює 1/64 $(1/4)^3$, то на тетраплоїдному рівні вона буде 1/46656. Ці дані свідчать про безперечну перевагу селекції на диплоїдному рівні.

Ще складніша картина розщеплення спостерігатиметься у гексаплоїдів, до яких належить і м'яка пшениця. Карлбом наводить такі порівняльні розрахунки. Припустимо, що наша мета — передати від одного різновиду м'якої пшениці іншому 21 позитивний (+) поліген, кожний з яких локалізовано в окремій хромосомі. Після схрещування цих різновидів при розщепленні утвориться 10 460 353 203 різних генотипів, а з урахуванням частоти появи різ-

них фенотипів — рослина з потрібним селекціонеру генотипом (21++), тобто гомозиготна за 21 полігеном буде траплятися одна на 4 398 046 511 104 рослин.

Інше ускладнення селекції, зумовлене поліплоїдією культурних рослин, полягає в тому, що в багатьох випадках їх неможливо схрестити з метою передачі їм корисних ознак від дикорослих диплоїдних видів. Тому Карлбом запропонував програму селекції, основою якої є деполіплоїдизація гексаплоїдної пшениці (розчленування її на три диплоїдні форми). Після проведення потрібних схрещувань і добору на диплоїдному рівні ця програма передбачає ресинтез гексаплоїдної форми.

Геноми T. monococcum, Ae. speltoides, Ae. squarrosa, які є у гексаплоїдної пшениці, зберігають свої особливості і можуть при деполіплоїдизації дати початок диплоїдним формам. Карлбом вважає, що, використовуючи деполіплоїдизацію, можна швидко створити поліпшені різновиди пшениці інтегруванням бажаних ознак: стійкості до хвороб і шкідників, екологічного пристосування (навіть до засолених і піщаних ґрунтів), міцності соломини, ранньостиглості, стійкості до посухи, зимостійкості, високого вмісту протеїну, підвищення врожайності. Цей шлях селекції з використанням дигаплоїдів, можливо, приведе до синтезу нових видів зернових культур.

Запропонована Карлбомом селекція з використанням деполіплоїдизації є аналітичною селекцією, але вона поки що не реалізована через труднощі розчленування гексаплоїдної форми на три вихідні диплоїдні.

Успішніше та інтенсивніше останнім часом проводиться робота з аналітичної селекції картоплі, яка є алотетраплоїдом. У селекції картоплі, на думку Ю.П. Лаптєва, нині досягнута межа за вмістом крохмалю, білка. Морозостійкість, стійкість до хвороб і шкідників можна подолати використанням гаплоїдів S. tuberosum при схрещуванні з дикими примітивними видами, які несуть у комплексі або окремо гени зазначених корисних ознак або їх полігенні системи.

Найпростішим і практично доступним методом отримання у картоплі дигаплоїдів сортів є міжвидова гібридизація за участю видів S. phureja, S. kesselbrennei та ін. Останнім часом набув поширення інший метод — індукція гаплогенезу в культурі in vitro.

При багатьох позитивних сторонах використання методу гаплоїдії в міжвидовій гібридизації слід зазначити, що до останнього часу не вдалося отримати гібриди між дигаплоїдами і філогенетично віддаленими видами, наприклад S. bulbocastanum, S. pinnatisectum (Е.І. Соболєва).

Численні дослідження з використання дигаплоїдів картоплі відкрили нові можливості в селекції картоплі передаванням генів від

диких диплоїдних видів. С. Чейз у США розробив широку програму аналітичної селекції картоплі, що ґрунтується на використанні дигаплоїдів, яка може бути поширена й на інші поліплоїдні види культурних рослин (бавовник, тютюн, томати тощо).

Отже, аналітична селекція поліплоїдних видів має три етапи: виведення гаплоїдів; селекція на гаплоїдному рівні, яка охоплює добір, гібридизацію, експериментальний мутагенез; ресинтез поліплоїдів, а також добір і гібридизація між поліплоїдами.

Створення гомозиготних ліній у селекції на гетерозис. Однією з вимог при селекції на гетерозис є використання гомозиготних ліній як батьківських компонентів. Для їх створення селекціонеру потрібно не менше ніж 6 – 8 років, а при індукуванні моноплоїда він виконує цю роботу за 1 – 3 роки. За комбінаційною здатністю виведені від моноплоїдів автодиплоїди не поступаються інбредним лініям.

У США на основі трьох моноплоїдних і однієї стандартної лінії кукурудзи створено подвійний міжлінійний гібрид Де Калб 640.

Особливого значення надають вивченню можливості підвищення виходу андрогенних моноплоїдних рослин кукурудзи на основі материнських маркованих ліній з цитоплазматичною чоловічою стерильністю. Це дасть змогу істотно прискорити роботи, пов'язані зі створенням подвійних міжлінійних гібридів.

Високий ступінь гетерозису спостерігають при схрещуванні подвоєних гаплоїдів цукрових і кормових буряків. Гаплоїдію можна ефективно застосовувати в селекції на гетерозис у таких культур, як сорго, соняшник, томати, баклажани, диня, кавун, цибуля, перець, тютюн, морква, редиска.

Використання у виробництві гібридного насіння кукурудзи стерильних аналогів гомозиготних ліній значно спрощує проведення схрещувань, оскільки усуває потребу проводити ручну роботу з видалення чоловічих суцвіть. Водночас виведення стерильних аналогів ліній потребує додаткової роботи із заміщення хромосом методом насичувальних схрещувань у 5 – 6 поколіннях.

Останнім часом висунуто ідею використання для створення стерильних аналогів явища андрогенезу, при якому ядро яйцеклітини, яке не функціонує з певних причин, можна замінити ядром спермія. Виведена при цьому гаплоїдна рослина матиме цитоплазму материнської рослини, а ядро – батьківської. Коли як материнську рослину було використано лінію ЦЧС, гаплоїд, що утворився, при подвоєнні у нього кількості хромосом дає початок стерильній лінії, яка аналогічна фертильній лінії, використаній як чоловічий компонент. Отже, цей метод дає можливість за 2 роки, а не за 5 – 6, вивести нові стерильні лінії — аналоги відповідних фертильних ліній. Незважаючи на те, що явище гаплоїдного андрогенезу, як правило,

трапляється рідко, деяким дослідникам — С. Чейзу (США), Т.Є. Чалику (Молдова) — ще у 1963 – 1965 рр. вдалося вивести стерильні аналоги ліній методом андрогенезу. Дослідження цих ліній показало, що вони мають ті самі властивості, що й стерильні аналоги ліній, які створені методом насичувальних схрещувань. Однак цей метод має переваги порівняно з методом заміщення ядра при бекросі в тому, що хромосомна система донора ядра зберігається недоторканою.

Подолання міжвидової несумісності за допомогою гаплоїдів найширше застосовується в селекції картоплі. Це зумовлено тим, що більшість диких і примітивних культурних видів картоплі (60 – 70 %), які несуть корисні гени стійкості до хвороб і шкідників, а також мають підвищений вміст крохмалю і білка, є диплоїдами, а S. tuberosum за своєю природою тетраплоїд.

У США створені дигаплоїди столової картоплі були успішно схрещені з 24 диплоїдними видами картоплі 5 таксономічних серій. У колишньому СРСР перші вдалі досліди подолання міжвидової несумісності за допомогою дигаплоїдів культурної тетраплоїдної картоплі S. tuberosum провів у 1967 – 1968 рр. Ю.П. Лаптєв. Завдяки використанню дигаплоїдів вдалося подолати несхрещуваність S. tuberosum з видами S. chacoense, S. vernci, S. commersonii.

8.9. Анеуплоїдія та її використання в селекції

Явище анеуплоїдії поширене в природі. Воно зумовлене як екстремальними умовами, так і природною міжвидовою гібридизацією. Анеуплоїдні форми ярої твердої пшениці виникають, наприклад, при висіванні її восени. В гірських районах Азербайджану часто виникають анеуплоїди внаслідок міжвидової та міжродової спонтанної гібридизації між м'якою і твердою пшеницею та між видами пшениць і егілопсами. Анеуплоїдія — це зменшення або збільшення кількості хромосом, некратне основному генотипу.

Генетичні принципи використання анеуплоїдів у селекції. Анеуплоїдні форми раніше не мали практичного застосування, останнім часом становище докорінно змінилося. Створення серій моносомних, трисомних і нулісомних ліній відкрило нові можливості для генетичного аналізу й використання його результатів у селекції. Наприклад, у м'якої пшениці внаслідок її плоїдності звичайним гібридологічним методом не вдалося визначити жодної групи зчеплень, а тепер після створення моносомних і нулісомних ліній можна порівняно легко визначити генний склад її хромосом, локалізацію будь-якого гена у певній хромосомі і заміщувати одні хромосоми іншими. Це стало можливим завдяки класичним і все ще

унікальним роботам американського професора Е. Сірса, який вперше створив повну серію з 21-хромосомної лінії та серії інших анеуплоїдів ярої пшениці сорту Чайнз спрінг. Від цього сорту пізніше він вивів серії нулісомиків, трисомиків. Е. Сірс виявив такі факти: ген червоного забарвлення зерна перебував у хромосомі 3D (у нулісомика біле зерно), гени безостості — в хромосомах 4B і 6B, гени-супресори, які скорочують довжину остюків, – у хромосомах 2A і 2B. Були локалізовані гени опушення вузлів стебла, скверхедності колосу, пригнічення спельтоїдності.

В Австралії стійкий до бурої іржі сорт пшениці Уругвай був послідовно схрещений як батько з 21-хромосомним моносомиком сорту Чайнз спрінг, що сильно уражується бурою іржею на ранніх фазах свого розвитку. Гібриди виявилися високостійкими до іржі, що вказувало на домінантність стійкості. В F_2 відбулося розщеплення у відношенні 3 : 1. Відхилення від цього співвідношення було відмічено лише в гібридній комбінації з моносомиками по хромосомі 5D, де розщеплення спостерігалося у відношенні 8 : 1. Результати цього експерименту показали, що стійкість до бурої іржі у сорту Уругвай контролюється однією парою алелів, локалізованих у хромосомі 5 геному D.

Цікавий дослід з визначення розміщення генів відновлення фертильності пшениці в трьох лініях, відновників фертильності пшениці проведено в Канаді у 1969 р. Методом моносомного аналізу було досліджено три гексаплоїдні лінії м'якої пшениці — відновники фертильності: Кентетч, Дерк і Керн з цитоплазмою T. timopheevii.

У результаті експерименту встановлено, що кожна з ліній має два домінантних гени — відновника фертильності, які перебувають у гомозиготному стані. Ідентифіковані гени-відновники привнесені у м'яку пшеницю від типу T. timopheevii.

Значне відкриття зробив Д. Меттін у Німеччині. В геномі сорту озимої пшениці Кавказ селекції П.П. Лук'яненка виявлено сегмент хромосоми жита 1R(V), який замістив коротке супутникове плече хромосоми 1B пшениці. Після цього дослідження цитологи почали перевіряти сорти пшениці на наявність у них хромосом жита і виявили такі у сортів Аврора, Віннетоу, Корморан та ін. Це стимулювало роботи, пов'язані з внесенням хромосом жита в геном пшениці в багатьох країнах світу, що дало змогу добитися стійкості пшениці до борошнистої роси, бурої, смугастої та листкової іржі. Нині до Реєстру сортів рослин України занесено понад 10 сортів озимої пшениці з пшенично-житньою трансплантацією 1B/1R, в тому числі — Миронівська 61, Миронівська 65, Крижинка. Додавання хромосом від пирію Agropyron intermedicum посилило стійкість м'якої пшени-

ці до бурої та листкової іржі, від Agropyron elongatum до стеблової та жовтої іржі.

Використовуючи нулісомики і моносомики по хромосомі 5В, селекціонери добиваються внесення в геном пшениці необхідних груп генів інших родів злаків, а досягнувши бажаного результату, припиняють транслокації, повертаючи пшениці хромосому 5В.

Розширення можливостей використання анеуплоїдів у селекції пшениці потребує об'єднання зусиль цитогенетиків і селекціонерів не лише в межах однієї країни, а й різних країн. З такою метою створено Європейське об'єднання по анеуплоїдії пшениці з координаційним центром у Кембриджі. За даними Ю.Л. Гужова, у 12 європейських країнах створено серії моносомних ліній по 26 сортах, у тому числі в колишньому СРСР — по дев'яти. Ця робота з кожним роком розширюється.

Крім пшениці створено повний ряд моносоміків ($2n - 1$) вівса Avena sativa L., тютюну N. tabacum; повний ряд трисоміків ($2n + 1$) вівса A. sativa L., жита S. cereale L., рису O. sativa L., сорго S. vulgare, томату L. esculentum Mill., перцю C. annum L., шпинату S. oleraceae L.

У селекції томатів на гетерозис селекціонери покладають надії на третинні трисомики, які можна використовувати як відновники фертильності при виробництві гібридного насіння на основі рослин з чоловічою стерильністю.

Контрольні запитання і завдання

1. Значення поліплоїдії у селекції рослин. **2.** Назвіть типи поліплоїдів та їх селекційну цінність. **3.** Які ви знаєте способи індукування геномних мутацій? **4.** Як використовують поліплоїдію в селекції рослин?

Розділ 9
ВИКОРИСТАННЯ ЯВИЩ ІНЦУХТУ ТА ГЕТЕРОЗИСУ В СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН

9.1. Суть і значення гетерозису

Серед біологічних явищ, використання яких у сільськогосподарських рослин дає можливість значною мірою за найкоротші строки підвищувати їх продуктивність, на перше місце слід поставити явище гетерозису.

Підвищення сили розвитку, життєздатності і продуктивності гібридів першого покоління порівняно з батьківськими формами називають *гетерозисом*.

Гетерозис у природі безпосередньо пов'язаний з виникненням і вдосконаленням у процесі еволюції способу перехресного запилення.

Практичне використання гібридної сили, особливо у домашніх тварин, відоме дуже давно. Ще Аристотель описував перевагу коней гібридного походження. Здавна людина використовувала мулів (гібрид між конем та віслюком).

Гібридизацію рослин у практичних цілях почали проводити після відкриття статі у рослин. Першим зробив спробу описати явище гібридної сили у гібридів першого покоління ад'юнкт Санкт-Петербурзької академії наук Й.Г. Кельрейтер ще у 1760 р. Він пропонував створювати спеціалізовані господарства з вирощування гібридного насіння. Проте розкрити явище гібридної сили на той час Й.Г. Кельрейтеру не вдалося.

Явище гібридної сили Ч. Дарвін (1876) пов'язував з перехресним запиленням. Такого висновку вчений дійшов у результаті розроблення теорії еволюції. Ч. Дарвін зробив загальний висновок про сприятливу дію перехресного запилення і шкідливу — самозапилення. Підвищену життєздатність гібридів він пояснював об'єднанням у зиготі різноякісних гамет. Ідеї Ч. Дарвіна сприяли розвитку експериментальних досліджень з гібридизації та вивченню гібридної сили рослин. Під впливом праць Ч. Дарвіна американський селекціонер Д. Біл у 1880 р. створив міжсортові гібриди кукурудзи, які за продуктивністю переважали найкращі батьківські форми на 10 – 15 %.

Перші теоретичні розробки явища гібридної сили на основі положень менделівської генетики припадають на 1904 – 1912 рр. і відомі як гіпотези домінування і наддомінування.

Особливий внесок у генетичні дослідження і розроблення сучасних методів використання явища гібридної сили зробили амери-

канські вчені Дж. Шелл, Е. Іст, Д. Джонсон. У 1914 р. Дж. Шелл запропонував називати підвищену силу гібридів терміном «гетерозигозис», а потім «гетерозис». Цей термін з 1917 р. став загальновизнаним.

З 1910 р. виведенням гетерозисних гібридів почали займатися селекціонери країн Європи. В нашій країні перші роботи, пов'язані зі створенням чистих ліній кукурудзи та міжсортових її гібридів, розпочав у 1910 р. на Дніпропетровській (тоді Катеринославській) сільськогосподарській селекційній станції В.В. Таланов. Він вивів два гетерозисних гібриди між сортами Грушевська × Лімінг та Стерлінг × Король Філіпп. Ці гібриди за урожайністю перевищували батьківські форми на 2 – 5 ц/га, але поширення у виробництві не набули. Організація вирощування гібридного насіння мала певні недоліки.

М.І. Вавилов неодноразово звертав увагу на практичну цінність гетерозису і необхідність розвитку досліджень у цьому напрямі. При його підтримці почали свої дослідження з генетики кукурудзи М.І. Хаджінов та інші дослідники.

Роботу В.В. Таланова продовжив Б.П. Соколов. У 1932 р. на державне сортовипробування він передав міжсортовий гібрид Первенець, а пізніше (1933 – 1938) — міжлінійні гібриди Дніпровський 1, Прогрес, Степняк. На жаль, у 40-х роках XX ст. роботи з гетерозису і впровадження гібридної кукурудзи у виробництво гальмувалися через позицію Т.Д. Лисенка, який очолював ВАСГНІЛ. Нині явище гетерозису широко використовують для підвищення врожайності сільськогосподарських культур у всіх країнах світу.

Серед польових культур найбільше використовують гетерозисні гібриди кукурудзи. Це дає можливість одержувати урожай зерна понад 200 ц/га. Проте, на жаль, далеко не всі можливості гетерозисних гібридів кукурудзи використовуються виробництвом.

Підвищення продуктивності рослин за рахунок ефекту гетерозису може поєднуватися з іншими цінними ознаками, наприклад з підвищеною стійкістю до хвороб, прискореним розвитком і раннім дозріванням, з поліпшенням якості продукції тощо. За наведеними ознаками гетерозис може виявлятися й незалежно, тобто може мати дискретний характер.

Залежно від ознак, за якими виявляється гетерозис, шведський генетик А. Густафсон запропонував розрізняти три головних його типи: соматичний, репродуктивний і адаптивний.

Соматичний гетерозис виявляється в сильнішому розвитку вегетативних органів у гібридів порівняно з батьківськими формами.

Репродуктивний гетерозис характеризується кращим розвитком репродуктивних органів, підвищеною фертильністю і вищою врожайністю плодів і насіння.

Адаптивний гетерозис виявляється в підвищеній життєздатності гібридів, їх кращій пристосованості і стійкості до несприятливих умов середовища.

За ступенем виявлення гетерозисної сили розрізняють *трансгетерозис,* коли гібриди перевищують не тільки батьківські форми, а й районовані сорти, і *цисгетерозис,* коли гібриди перевищують лише батьківські форми.

Виробничий досвід показує, що використання кращих гетерозисних гібридів сільськогосподарських культур підвищує їх урожайність на 20 – 30, а в окремих випадках до 50 %.

9.2. Інцухт. Його використання в селекції на гетерозис

У перехреснозапильних рослин структурний і регуляторний механізми високої життєздатності створюються на рівні популяції. Перехресне запилення у цих рослин найкраще забезпечує утворення збалансованої гетерозиготності. Завдяки цьому в процесі еволюції (або добору в селекції) можуть закріплюватися вдалі гетерозиготні комбінації, які задовольняють вимоги виробництва до сорту.

Примусове запилення перехреснозапильної рослини власним пилком називають *інцухтом,* або *інбридингом.* Ще наприкінці XIX ст. було виявлено пригнічувальну дію самозапилення у кукурудзи. В 1905 р. Дж. Шелл та Е. Ість незалежно один від одного почали досліджувати примусове самозапилення у кукурудзи.

Під впливом класичних експериментів В. Іогансена про успадкування в популяціях і чистих лініях, Е. Ість у США в 1905 р. прагнув вивести чисті лінії для вивчення генетики урожайності. Примусовим самозапаленням кукурудзи він одержав кілька самозапилених ліній сорту Лімінг зубовидна. Інцухт у кукурудзи зумовив погіршення якості рослин у всіх лініях. З першого до десятого покоління життєздатність, стійкість до хвороб, висота, продуктивність рослин різко знижувалися. В наступних поколіннях після десятого зниження продуктивності помітно уповільнювалося, а висота рослин далі не зменшувалася. Самозапилені лінії значно відрізнялися між собою за деякими ознаками. Проте у межах однієї лінії, особливо в старших поколіннях, усі рослини були одноманітними.

Зниження продуктивності і життєздатності організмів унаслідок примусового самозапилення у перехреснозапильних рослин називають *інбредним виродженням*, або *інцухт-депресією*.

Інцухт-депресія особливо сильно виявляється в перших поколіннях після інцухту. Після n-інцухт-поколінь настає так званий інцухт-мінімум, тобто стан інбредного потомства, коли інцухт-де-

пресія досягає свого найбільшого виявлення і подальшого зниження життєздатності рослин при інцухтуванні не відбувається. Аналогічне пояснення інцухт-мінімуму стосується окремих ознак: розмірів рослин, їхніх органів, стійкості до хвороб, кількості зерен тощо. Кількість поколінь самозапилення для досягнення інцухт-мінімуму за різними полігенними ознаками може значно відрізнятися (рис. 9.1).

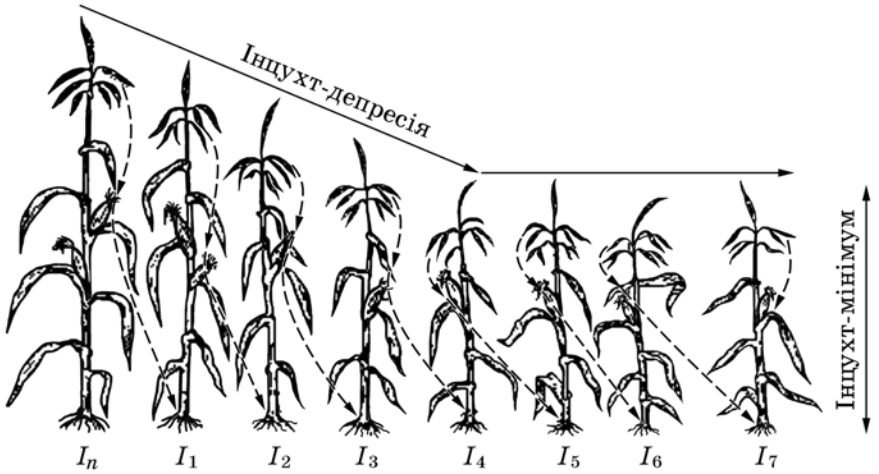


Рис. 9.1. Схема одержання інцухт-ліній кукурудзи

Сильне виявлення депресії в перших поколіннях Е. Іст пояснював переходом напівлетальних рецесивних генів у гомозиготний стан. Подальше зниження інцухт-депресії в наступних поколіннях зумовлене тим, що більшість рецесивних напівлетальних генів уже перейшла в гомозиготний стан. Отже, інбридинг сприяє підвищенню гомозиготності.

Головним для виробництва у відкритті Дж. Шелла та Е. Іста було не вивчення явища інцухту, а те, що схрещування інцухт-ліній дає високопродуктивне потомство. Гібриди, виведені від схрещування низькопродуктивних інцухт-ліній, перевищують не тільки батьківські лінії, а й вихідні сорти.

У 1906 – 1909 рр. Дж. Шелл створив перші міжлінійні гібриди кукурудзи і запропонував використовувати їх як комерційні сорти для селекційної практики. Однак прості міжлінійні гібриди значного поширення не набули. Продуктивність самозапилених ліній була майже втричі нижчою, ніж звичайних сортів. На ділянках гібриди-

зації насіння збирали тільки з материнських ліній, тобто на половині площі. Все це зумовлювало дорогоцінність гетерозисного насіння гібридів першого покоління, що стримувало його практичне використання у виробництві.

У 1917 р. Д. Джонс запропонував створювати гетерозисне насіння подвійних міжлінійних гібридів, які сприяли підвищенню урожайності на 25 – 30 %, тому насіння виявилося значно дешевшим. Зниження вартості одержання гібридного насіння внаслідок створення подвійних міжлінійних гібридів, а надалі — використання явища цитоплазматичної чоловічої стерильності, дали змогу впровадити гібридну кукурудзу в сільськогосподарське виробництво.

Генетичні дослідження з інцухту, що проводилися, розкрили низку положень цього явища. Перелічимо основні положення, які мають важливе значення для практичної селекції на гетерозис:

а) інцухт — важливий метод, який розкриває величезну різноманітність спадковості виду, сорту;

б) інцухт у перших поколіннях зумовлює депресію і складне розщеплення, появу різноманітних за ознаками особин, які при подальшому самозапиленні стають константними і відрізняються між собою за спадковими ознаками;

в) у кукурудзи примусовим самозапиленням протягом 6 – 7 поколінь можна вивести чисті лінії;

г) чисті лінії протягом багатьох поколінь відносно стійко зберігають свої властивості, що важливо для практичної селекції.

Створення потрібних вихідних для гібридизації інцухт-ліній — складний і відповідальний етап роботи. Тому робота з інцухту має починатися з добору кращих сортів рослин.

У намічених для штучного самозапилення рослин за допомогою пергаментних (або целофанових) ізоляторів до цвітіння ізолюють чоловічі й жіночі суцвіття. Після дозрівання пилку волоть зрізують і вміщують під ізолятор на качані тієї самої рослини. Цю операцію виконують акуратно, щоб запобігти потраплянню пилку з іншої рослини.

Сформоване в результаті примусового самозапилення насіння з кожної рослини висівають наступного року окремо. Рослини, що виросли з цього насіння, знову піддають самозапиленню, повторюючи цю операцію впродовж кількох років. Часто самозапилення, проведене в 3 – 5 поколіннях, дає однорідні за більшістю господарських ознак лінії.

Ступінь гомозиготності в інцухт-поколінні визначають за формулою

$$F = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^n,$$

де F — коефіцієнт інцухту (інбридингу); n — кількість поколінь самозапилення.

У першому поколінні I_1 (див. рис. 9.1) качани окремих номерів відрізняються за типом, хоча трапляються родини з досить однорідними качанами.

У другому поколінні I_2 спостерігається посилена диференціація качанів і рослин за морфологічними ознаками. Крім того, виявляється різниця за стійкістю до ураження хворобами, довжиною вегетаційного періоду, життєздатністю, продуктивністю та іншими ознаками.

У 3 – 5 поколіннях збільшується кількість ліній, які відрізняються між собою за морфологічними ознаками і біологічними властивостями, проте однорідність потомства в межах лінії посилюється. Продовження подальшого самозапилення стає зайвим, хоча повної гомозиготності цих ліній ще не досягнуто. Виділені лінії розмножують на ізольованих ділянках при відкритому запиленні рослин у межах лінії.

Інбридинг повинен супроводжуватися жорсткою селекцією. Він дає можливість виявити приховані рецесивні гени. Чисті лінії піддаються штучному добору за цінними господарськими ознаками. Відбирають лінії з вирівняними корисними ознаками, чисті від небажаних ознак. Гомозиготність ліній дає змогу зберігати в них ці ознаки протягом поколінь.

Методи створення самозапилених ліній. Створюючи самозапилені лінії, виходять з вимог до нових гібридів. Самозапилені лінії повинні мати високу насіннєву продуктивність, комбінаційну здатність, стійкість до вилягання, знижених температур, хвороб і шкідників та інші ознаки, визначені селекційною програмою.

У селекційній роботі, пов'язаній зі створенням нових ліній, застосовують такі методи: стандартний, гніздовий, кумулятивної селекції, педігрі, гаплоїдії, індукованого мутагенезу та ін.

Стандартний метод. Більшість наявних нині гібридів створено за участю ліній, які виведено стандартним методом. Цей метод найпоширеніший. Він полягає в регулярному (до $I_4 - I_6$) самозапиленні вихідного матеріалу і доборі рослин та качанів з бажаними ознаками.

За перший рік проводять самозапилення кількох сотень кращих рослин, відібраних у колекції вільнозапилюваних сортів або гібридів, вибраковування качанів (при їх збиранні) з рослин, які мають з погляду селекціонера незадовільні ознаки.

На другий рік вирощують 25 – 30 рослин на ділянці з насіння з кожного самозапиленого качана. На кожній ділянці відбирають 5 – 8

кращих рослин і проводять їх самозапилення. Добирають і вибраковують рослини у межах потомства з кожного качана.

На третій рік висівають насіння з 3 – 5 качанів, відібраних із кращих рослин з кожної ділянки. Повторюють самозапилення рослин з бажаними ознаками на кожній ділянці. Вибирають кращі ділянки. На кожній з них відбирають 3 – 5 кращих качанів.

Самозапилення і добір за цією схемою повторюють доти, доки потомство не стане вирівняним за морфологічними ознаками. Здебільшого цього досягають у трьох-чотирьох наступних генераціях (Б.П. Соколов та ін.).

Наведена схема виведення самозапилених ліній стандартним методом може мати модифікації щодо номера покоління, з якого починається оцінювання ліній.

Попереднє оцінювання інцухт-поколінь на комбінаційну здатність іноді починають з 1 – 2-го або 4 – 5-го року самозапилення. Для цього насіння з рослин, відібраних для наступного самозапилення, розділяють на дві частини. Одну частину висівають для проведення добору рослин з бажаними ознаками і подальшого їх самозапилення, другу — для оцінювання цих ліній на комбінаційну здатність.

Попереднє оцінювання ранніх інцухт-поколінь на комбінаційну здатність дає можливість прискорити добір кращих ліній за цією ознакою. Остаточне оцінювання ліній проводять при їх повній гомозиготності.

Гніздовий метод, запропонований Д. Джонсом і В. Сінглетоном у 1934 р., полягає в тому, що вже на другий рік насіння з качанів, одержаних у результаті самозапилення, висівають по 3 – 4 штуки в одне гніздо. В гнізді самозапилюються тільки найкращі рослини.

Метод особливо ефективний при випробуванні ліній уже з першого інцухт-покоління (I_1). При цьому рослини I_1 схрещують з іншими відповідними компонентами, які вирощують по сусідству в кожному гнізді. У цьому разі частину пилку інцухт-потомства використовують для самозапилення власного качана, а частину — для запилення рослини-аналізатора.

У наступному році гібрид (аналізатор × інцухт-потомство) вивчають у попередньому випробуванні. Від кожної комбінації висівають по одному гнізду в 8 – 10-кратній повторності.

Селекція самозапилених ліній продовжується і в наступних поколіннях з одночасним їх випробуванням до повної гомозиготності.

Метод кумулятивної селекції передбачає створення самозапилених ліній стандартним методом і повторення циклу самозапилення гібридних рослин від схрещування виділених у першому циклі (стандартним методом) кращих ліній.

Метод кумулятивної селекції, деталізований у колишньому Інституті кукурудзи (Дніпропетровськ), складається з чотирьох етапів:

1. Самозапилення до 100 рослин у кращих потомствах із застосуванням стандартного методу.

2. Вивчення комбінаційної цінності. Для визначення загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ) ліній як тестер використовують вільнозапилюваний сорт або складний гібрид, а специфічної комбінаційної здатності (СКЗ) — два-три простих гібриди або лінії. Попереднє випробування можна провести в третьому, а наступне — в п'ятому інцухт-поколінні.

3. Схрещування між відібраними потомствами з високою комбінаційною здатністю.

4. Другий цикл селекції самозапилених ліній. Вихідним матеріалом для самозапилення і добору в новому циклі є рослини поліпшеної гібридної популяції від кращих ліній, відібраних у попередньому циклі.

Кумулятивний добір тривалий, тому більшість селекціонерів замінює його іншими методами.

Метод педігрі, або ***добір за родоводом,*** подібний до кумулятивного добору. Цей метод виведення самозапилених ліній відрізняється від стандартного тільки спрямованим відбором вихідного матеріалу. При цьому вихідним матеріалом буде F_2 гібрида між раніше відібраними лініями. В цього гібрида може бути створена лінія з кращими ознаками (стійкість до вилягання, висока комбінаційна здатність тощо), ніж обидві попередні лінії.

Метод гаплоїдії полягає у виведенні та ідентифікації рослин з одинарним (гаплоїдним) набором хромосом, наступне подвоєння яких дає найвищий ступінь гомозиготності.

Вихідним матеріалом для виявлення гаплоїдних рослин можуть бути сорти, гібриди різних типів, лінії. Найчастіше для цього рекомендується брати самозапилені лінії і міжлінійні гібриди. В середньому один гаплоїдний зародок утворюється на тисячу диплоїдних. Утворення гаплоїдів стимулюють дією деяких хімічних речовин, наприклад 0,5%-м розчином гідразиду малеїнової кислоти.

Попередній добір гаплоїдних рослин проводять на початкових фазах росту за забарвленням зародкових корінчиків і листків молодих рослин. Остаточний добір здійснюють методом цитологічного контролю кількості хромосом.

Гаплоїди стерильні, але інколи у них може формуватися незначна кількість життєздатних статевих клітин. Примусове самозапилення гаплоїдних рослин дає можливість виявити утворення диплоїдних зародків і вивести нормальне диплоїдне потомство. Для подвоєння кількості хромосом гаплоїдів їх обробляють розчином кол-

хіцину. Створені гомозиготні диплоїдні лінії можна з успіхом використовувати у виведенні міжлінійних гібридів. Методи створення гаплоїдів і наступного подвоєння кількості хромосом розроблено для багатьох культур.

Метод індукованого мутагенезу в поєднанні з інбридингом у створенні ліній набув широкого визнання. В Україні практичних результатів досягнуто в Інституті молекулярної біології і генетики НАНУ, на Черкаській державній дослідній станції (В.В. Моргун, І.П. Чучмій, В.С. Борейко та ін.). Тут створено колекцію мутантних ліній — понад 300 зразків, серед яких є домінантні, системні, підвидові і геномні мутації. Отримані мутантні лінії відрізняються від вихідних форм за однією або кількома цінними господарськими ознаками.

Вихідним матеріалом для одержання мутантних ліній кукурудзи можуть бути сорти, існуючі самозапилені лінії, гібриди.

9.3. Визначення загальної і специфічної комбінаційної здатності ліній

У селекції на гетерозис добір батьківських пар для схрещування має вирішальне значення. Максимального ефекту гетерозису досягають тільки при гібридизації спеціально підібраних сортів або ліній. Селекційне вивчення ліній починають з випробування їхніх біологічних властивостей, які забезпечували найвищий ефект гетерозису при схрещуванні, тобто виявлення їх комбінаційної здатності.

Комбінаційну здатність ліній не можна оцінити візуально, за допомогою приладів або хімічних реакцій. Для вивчення комбінаційної цінності ліній існує поки що єдиний шлях — схрещування з наступним оцінюванням гібридного потомства. Варіювання величини гетерозису у гібридів, створених від схрещування однієї і тієї самої батьківської лінії з різними іншими, привело до потреби розділити поняття комбінаційної здатності на дві категорії — загальну і специфічну.

Загальна комбінаційна здатність ліній відображає середню величину ефекту гетерозису, що спостерігається при схрещуванні лінії, яка випробовується, з іншими.

Специфічна комбінаційна здатність виражається величиною ефекту гетерозису в тому чи іншому конкретному схрещуванні.

Комбінаційну здатність ліній і сортів у селекції сільськогосподарських культур на гетерозис вивчають методами діалельних схрещувань, топкросу, полікросу (з модифікаціями залежно від біології культури) та вільного запилення.

Метод діалельних схрещувань передбачає попарні схрещування кожної випробовуваної на комбінаційну здатність лінії або сорту між собою. Цей метод дає найповнішу інформацію про загальну і специфічну комбінаційну здатність селекційного матеріалу. Проте кількість можливих комбінацій у цьому аналізі зростає дуже швидко при збільшенні кількості ліній. При вивченні трьох ліній буде шість можливих комбінацій ($A \times B$, $A \times C$, $B \times C$, $B \times A$, $C \times A$, $C \times B$), а без реципрокних схрещувань — три комбінації. На початку роботи, пов'язаної із селекцією самозапилених ліній, селекціонер працює зі значною їх кількістю. Наприклад, за наявності 100 ліній потрібно проаналізувати 9900 гібридних комбінацій і навіть при вилученні реципрокних схрещувань — 4950 комбінацій. Можливу кількість діалельних реципрокних схрещувань розраховують за формулою

$$F_1 = n(n-1),$$

а при виключенні реципрокних схрещувань

$$F_1 = \frac{n(n-1)}{2},$$

де F_1 — кількість створюваних гібридів; n — кількість форм, що вивчаються.

За наявності у селекціонера великої кількості ліній або сортів для вивчення обсяг роботи буде надто великий. Тому діалельні схрещування доцільно проводити на більш пізньому етапі селекції з невеликою кількістю ліній для визначення їх специфічної комбінаційної здатності.

Щоб зменшити обсяг роботи і витрати коштів, за великої кількості ліній відбирають незначну їх частину, яка дає ефект гетерозису в схрещуванні з іншими лініями або сортами. Для цього попередньо оцінюють лінії за загальною комбінаційною здатністю. Основне завдання при цьому — виділити лінії з доброю загальною комбінаційною здатністю, тобто лінії, при схрещуванні яких виявляється перевага гібридів порівняно з батьківськими формами.

Метод топкросу полягає в оцінюванні загальної комбінаційної здатності ліній, у схрещуванні всіх оцінюваних ліній з однією формою, яку називають *аналізатором,* або *тестером.*

Тестером може бути сорт, гібрид або лінія залежно від культури і вимог до нього. Головне, щоб аналізатор був простий у використанні, давав максимальну інформацію про оцінювану лінію, відповідав вимогам програми щодо схрещування. Добір такого аналізатора — важке і відповідальне завдання. Щоб підвищити точність оцінювання ліній, їх схрещують паралельно з двома-трьома

тестерами. За цього методу не потрібно спеціальних посівів для перезапилення. Лінії, що оцінюються, вирощують на одній ділянці переміжними рядами з аналізатором. Наприклад, у кукурудзи на початку цвітіння на лініях видаляють чоловічі суцвіття. Оцінювані лінії як материнська форма запилюються вільно пилком аналізатора. У культур-гермафродитів кожну оцінювану лінію ізолюють з тестером.

Одержане з материнських рослин гібридне насіння в наступному році вивчають за врожайністю та іншими показниками. Зрозуміло, що при оцінюванні 100 ліній методом топкросу вивчають усього 100 гібридів, що значно менше, ніж при застосуванні методу діалельних схрещувань. За середніми показниками відбирають групу найпродуктивніших гібридів, й отже, і випробовуваних ліній з високою загальною комбінаційною здатністю.

Метод полікросу в деяких випадках доцільно застосовувати для визначення комбінаційної здатності. Цей метод ґрунтується на вільному перезапиленні оцінюваної групи ліній з іншими лініями при розміщенні їх на спільній ділянці. При цьому важливе значення мають кількість повторностей, розмір ділянок, послідовність їх розміщення, добір випробовуваних форм з однаковими строками цвітіння.

Порівняння окремих полікросів за продуктивністю та іншими показниками між собою дає можливість відібрати форми з доброю комбінаційною здатністю.

Метод полікросу є ефективним способом селекції на гетерозис у тих видів перехреснозапильних культур, у яких важко щороку виводити гібридне насіння F_1 для виробничих посівів (буряки, жито, гречка, люцерна тощо).

Найчастіше кращі лінії, виділені методом полікросу, використовують для створення синтетичних гібридів (складних синтетичних популяцій).

9.4. Типи гібридів кукурудзи

Залежно від компонентів схрещування розрізняють такі типи гібридів: міжсортові, сортолінійні (або лінійносортові), міжлінійні, синтетичні популяції (табл. 9.1).

Міжсортові гібриди створюють схрещуванням двох сортів, наприклад гетерозисний гібрид кукурудзи Буковинський 1 (Воронезька 76 × Зубовидна 3135). Підвищення урожайності простих гібридів порівняно зі звичайними сортами незначне (5 – 10 %), і тільки деякі гібриди перевищували за врожайністю кращі батьківські форми на 15 %. У кукурудзи міжсортові гібриди втратили виробниче значення і до 1970 р. були витіснені іншими типами гібридів.

Таблиця 9.1. **Типи гібридів залежно від компонентів, що беруть участь у їх створенні**

Типи гібридів	Компонентний склад
Міжсортові	Сорт × сорт
Сортолінійні:	
сорт × лінія	Сорт × A_1
сорт × простий гібрид	Сорт × (*А* × *Б*)
сорт × трилінійний гібрид	Сорт × [(*А* × *Б*) × *В*]
сорт × подвійний міжлінійний гібрид	Сорт × [(*А* × *Б*) × (*В* × *Г*)]
простий гібрид × сорт (лінійносортовий)	(*А* × *Б*) × сорт
Міжлінійні:	
простий міжлінійний	*А* × *Б*
модифікований простий	(*А* × *А*) × Б
гібрид сестринських ліній	(*А* × A_1) × (*Б* × $Б_1$)
трилінійний	(*А* × *Б*) × *В*
модифікований трилінійний	(*А* × *Б*) × (*В* × B_1)
подвійний міжлінійний (чотирилінійний)	(*А* × *Б*) × (*В* × *Г*)
подвійний міжлінійний бекросовий	[*А* × *Б*) × *А*] × [(*В* × *Г*) × *В*]
подвійний міжлінійний з одним бекросом	(*А* × *Б*) × [(*В* × *Г*) × *В*]
Багатолінійні:	
п'ятилінійний	[(*А* × *Б*) × *В*] × (*Г* × *Д*)
шестилінійний	[(*А* × *Б*) × *В*] × [(*Г* × *Д*) × *Е*]
семилінійний	[(*А* × *Б*) × (*В* × *Г*)] × [(*Д* × *Е*) × *Ж*]
восьмилінійний	[(*А* × *Б*) × (*В* × *Г*)] × [(*Д* × *Е*) × (*Ж* × *З*)]
Синтетики (гібридні популяції)	Суміш багатьох перезапилених ліній між собою

Сортолінійні гібриди у 1960 – 1970 рр. в Україні були найпоширенішим типом. Їх створювали схрещуванням сорту з лінією або сорту з простим міжлінійним гібридом, наприклад Буковинський 3ТВ (Глорія Янецького Т × Лінія ВІР 44ТВ) або Колективний 244МВ [Піонер 3978М (Лінія П346 × лінія П502) × сорт Шіндельмайзер МВ].

За врожайністю сортолінійні гібриди на 15 – 25 % перевищують сорти. Нині сортолінійний гібрид практично втратив значення як комерційна форма. В Україні з 258 занесених до Реєстру сортів на 2002 р. гібридів кукурудзи тільки один був сортолінійним.

Міжлінійні гібриди створюють схрещуванням самозапилених ліній між собою. Залежно від кількості схрещуваних ліній, що створюють гібрид, розрізняють такі їх типи: прості, трилінійні, подвійні й складні.

Прості гібриди виводять схрещуванням двох самозапилених ліній за схемою $A \times B$, наприклад Одеський 480МВ (лінія Одеська 329М × Одеська 386МВ), Кадр 397 (лінія С751 × лінія ДК417), Кадр 427МВ (лінія ДК2/17-3 × ДК473МВ). Прості міжлінійні гібриди характеризуються високою однорідністю і вирівняністю як рослин, так і качанів. Перевагою цього типу гібридів є також простота насінництва. Перші прості міжлінійні гібриди кукурудзи у нашій країні на Дніпропетровській селекційно-дослідній станції інституту кукурудзи створив Б.П. Соколов у 1933 – 1939 рр. Це були гібриди Дніпровський 1 (Г28 × С84), Прогрес (Г22 × С84), Степняк (Б907 × Г380), які давали високий урожай порівняно з кращими сортами і міжсортовими гібридами.

Серед міжлінійних гібридів найурожайнішими є прості гібриди, але через низьку продуктивність батьківських ліній, тобто дороге насіння, через знижену екологічну пластичність їх не вирощували в нашій країні до 1972 р. Проте у деяких країнах (США, Канаді, Франції, Угорщині та ін.) уже на початку 60-х років XX ст. широко використовували у виробництві.

Для підвищення продуктивності батьківських форм товарних простих гібридів особливої уваги заслуговує метод сестринських ліній за схемою $(A \times A_1) \times (B \times B_1)$. Продуктом такого подвійного схрещування за участю сестринських ліній буде так званий простий *модифікований* гібрид.

Сестринська лінія A_1 (або B_1) має таку саму комбінаційну здатність, як і лінія A (або B). У такому подвійному схрещуванні $(A \times A_1) \times (B \times B_1)$ підвищується продуктивність батьківських форм, що сприяє зниженню собівартості їх насіння при промисловому вирощуванні простих гібридів. Це пояснюється тим, що врожайність батьківських форм $A \times A_1$ і $B \times B_1$, виведених від схрещування сестринських ліній, вища, ніж самих A і B. Якщо сестринських ліній немає, їх створюють штучно, користуючись при цьому методами бекросу і добору. За таким самим принципом виводять модифіковані гібриди й інших типів.

У результаті інтенсивної селекційної роботи, пов'язаної зі створенням інцухт-ліній з високою врожайністю і комбінаційною здатністю, створено низку високоврожайних простих гібридів. На 2002 р. в Україні до Реєстру сортів було занесено 81 простий гібрид кукурудзи. У майбутньому значення простих міжлінійних гібридів підвищуватиметься.

Трилінійні гібриди є продуктом від схрещування простого гібрида з лінією, тобто у його створенні беруть участь три лінії за схемою $(A \times B \times C)$. Ці гібриди виводять за два етапи: в перший рік виводять простий гібрид, а наступного року його схрещують з лінією.

Наприклад, Титан 220СВ [Росава С (250С × 240ЗС) × 389СВ], Харківський 315МВ (простий гібрид Харківський 40М × лінія Т22МВ).

Вирівняність рослин і качанів у трилінійних гібридів дещо менша, ніж у простих гібридів, проте їх урожайність висока і наближається до урожайності простих гібридів. Трилінійні гібриди поширені у виробництві. В Реєстрі сортів рослин їх налічується близько 118.

Подвійні міжлінійні гібриди виводять схрещуванням двох простих гібридів, кожен з яких, у свою чергу, є продуктом схрещування двох ліній за схемою $(A \times B) \times (C \times D)$, наприклад, подвійний міжлінійний гібрид Харківський 295МВ [простий гібрид Харківський 23МС × простий гібрид Харківський 40МВ].

Цей тип гібридів має відносно невисоку собівартість насіння, а за урожайністю перевищує звичайні сорти на 25 – 35 %. Він був найпоширеніший у виробництві в середині 70-х років XX ст., однак останнім часом витісняється іншими типами гібридів. На 2002 р. у Реєстрі сортів налічується 50 подвійних міжлінійних гібридів.

Складні п'ятилінійні $[(A \times B) \times C] \times (D \times E)$, шестилінійні $[(A \times B) \times C] \times [(D \times E) \times F]$, семилінійні …, восьмилінійні … гібриди створюють схрещуванням трилінійних гібридів з простими або між собою. У таких гібридів батьківські форми характеризуються високою продуктивністю й адаптивністю, що знижує собівартість не тільки товарного насіння, а й батьківських форм. Тепер у виробництві використовують п'ятилінійний гібрид Кулон МВ, Лебідь МВ (трилінійний гібрид Грань М × простий гібрид Гребінь МВ) і шестилінійні гібриди ВГІ 9МВ та Одеський 80МВ, створені у Селекційно-генетичному інституті. Всього в Реєстрі сортів налічується 7 багатолінійних гібридів.

Синтетичні популяції створюють перезапиленням великої кількості кращих за комбінаційною здатністю ліній з наступним добором. У таких популяціях упродовж кількох років підтримується гетерозис внаслідок перекомбінування генів у розщеплюваного потомства в наступних поколіннях. Такі популяції перевищують за врожайністю звичайні сорти, хоча поступаються міжлінійним гібридам.

У виробництві з 1982 р. використовують синтетичну популяцію Наддніпрянську 50, створену з 13 ліній.

9.5. Методи виробництва гетерозисного насіння

Успішне використання гетерозисних гібридів сільськогосподарських рослин залежить від таких чинників: економічно значимого рівня гетерозису; високого ступеня перехресного запилення, що ро-

бить виробництво гібридного насіння конкурентоспроможним; надійної системи створення жіночої форми для гібридизації. Крім зазначених чинників слід додати біологічні властивості культури і спосіб її розмноження.

Виробництво високоврожайного гетерозисного насіння F_1 у достатній кількості для товарного висівання пов'язане із забезпеченням контрольованого запилення материнських рослин пилком чоловічих на ділянках гібридизації. Цього можна домогтися тільки спеціальними способами кастрації або використанням деяких генетичних властивостей культур: цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС), ядерної (ЯЧС) або генної чоловічої стерильності (ГЧС), біологічної самонесумісності та ін.

Виробництво гібридного насіння із застосуванням ручної кастрації. При вирощуванні гібридного насіння для виробничого висівання батьківські форми, які забезпечують при схрещуванні ефект гетерозису, висівають рядами, чергуючи материнські й чоловічі форми. Гетерозисне насіння F_1 збирають тільки з материнської форми. Для забезпечення запилення материнських форм пилком чоловічих рослин на материнських потрібно видалити з квіток пиляки або чоловічі квітки, або їх суцвіття. У рослин з дрібними двостатевими квітками, особливо самозапильних, виконати цю операцію в такому масштабі, щоб мати промислове насіння, практично неможливо.

На перших етапах практичного використання гетерозисного насіння, наприклад кукурудзи, чоловічі суцвіття на материнських рослинах видаляли вручну. Цю операцію в США раніше виконувало до 125 тис. чол.

У колишньому СРСР витрачали щороку 2,5 – 3,0 млн робочих днів на ручну кастрацію материнських форм на ділянках гібридизації кукурудзи. Тому потреба в розробленні способів виведення гібридного насіння сільськогосподарських рослин без ручної кастрації постала перед генетиками і селекціонерами як важливе економічне завдання.

Можливість підвищити врожайність на 15 %, а деяких культур навіть до 70 % за рахунок ефекту гетерозису зумовила напрями пошуку фізичних і хімічних методів кастрації.

Можливість кастрації рослин за допомогою ***фізичних чинників*** широко вивчалася у культур з численними дрібними квітками (просо, сорго, рис тощо). Найчастіше для цього застосовували високі температури (45 – 52 °С з експозицією 4 – 8 хв).

Практичний інтерес викликає пошук хімічних препаратів, здатних спричиняти чоловічу стерильність рослин.

Використання ***хімічних*** гаметоцидів для кастрації рослин ґрунтується на підвищеній чутливості пилкових зерен до дії хімічних і фізіологічно активних речовин порівняно з яйцеклітинами на ранніх етапах формування.

Речовини, здатні вибірково стерилізувати пиляки без порушення нормального функціонування інших органів рослин, можна використовувати для кастрації материнських форм при створенні гібридного насіння.

Материнські й чоловічі форми висівають рядами. Оброблені хімічними препаратами материнські рослини запилюються пилком чоловічих форм, унаслідок чого утворюється гетерозисне насіння з материнської форми.

Основні труднощі, пов'язані з використанням хімічних гаметоцидів, полягають у створенні хімічних препаратів, які зумовлюють потрібну стерильність без негативної дії на інші частини рослини і безпечні у використанні для людини та навколишнього природного середовища.

У багатьох країнах ведуться пошуки чоловічих гаметоцидів для створення стерильних жіночих форм гетерозисної пшениці, ячменю та інших культур. Випробувано багато хімічних препаратів, проте жоден із них не дістав широкого застосування у виробництві гібридного насіння сільськогосподарських рослин. Нині як гаметоцид найбільше використовують етрел.

Якісно новий етап у селекції на гетерозис у деяких культур з двостатевими квітками пов'язаний з відкриттям цитоплазматичної і ядерної (генної) чоловічої стерильності. Використання ЦЧС для виробництва гетерозисного насіння унеможливлює використання ручної праці, а чистота гібридного насіння наближається до 100 %.

Використання ЦЧС у селекції на гетерозис. У селекційно-насінницькій практиці ЦЧС використовують понад 50 років. У результаті цього в селекції деяких культур (кукурудза, сорго, соняшник, цукрові буряки тощо) досягнуто значних успіхів. Роботи в цьому напрямі інтенсивно продовжуються.

ЦЧС у 1904 р. відкрив К. Корренс у чабру садового. Він установив, що стерильність пилку передавалася через материнські рослини.

У 1921 р. У. Бетсон і Г. Гайднер виявили чоловічу стерильність у льону олійного. Д. Джонс у 1924 р. знайшов рослини цибулі із стерильним пилком і запропонував використовувати це явище для створення гібридного насіння.

До цього часу ЦЧС виявлено у понад 100 видів культурних і диких рослин, які належать до різних родин, що вказує на *загальнобіологічний* характер цього явища. Причини, що зумовлюють стерильність рослин, можуть бути різними.

Найповніше вивчена природа ЦЧС, яка виявляється при взаємодії стерильної цитоплазми (цит^s) і рецесивних *(rfrf)* генів ядра (рис. 9.2).

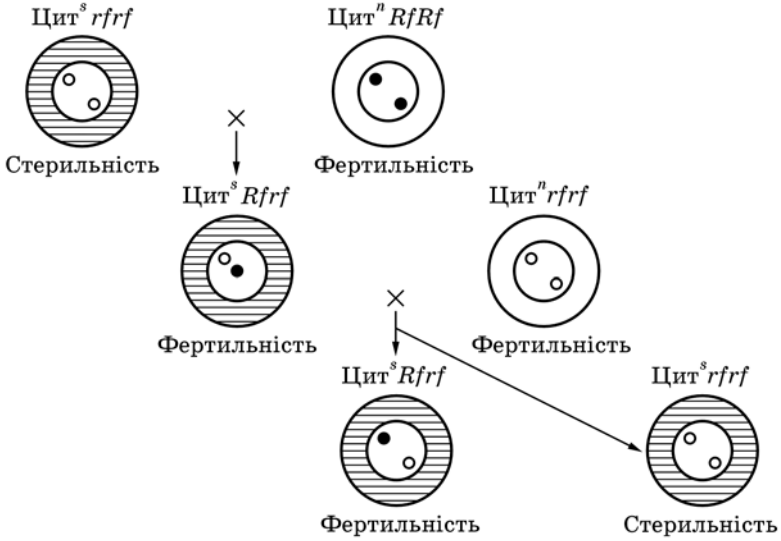


Рис. 9.2. Схема успадкування цитоплазматичної чоловічої стерильності

Стерильна цитоплазма (цит^s) зумовлює стерильність пилку тільки за наявності в генотипі рослини рецесивних генів *rf* у гомозиготному стані цит^s *rfrf*. Якщо ген — відновник фертильності — представлений хоча б одним домінантним алелем *Rf*, то рослини цит^s *RfRf* і цит^s *Rfrf* будуть фертильними. Фертильними також будуть рослини з рецесивними генами *rfrf*, але нормальною цитоплазмою цит^n *rfrf*.

Відомий інший тип чоловічої стерильності, зумовлений дією рецесивних генів ядра у рослин з нормальною цитоплазмою, — *ядерний тип чоловічої стерильності*. Цей тип стерильності поки що широко не використовують у сільськогосподарській практиці вирощування гібридного насіння на його основі.

Останнім часом у виробництві гетерозисного насіння деяких важливих сільськогосподарських рослин у багатьох країнах успішно використовують цитоплазматичну чоловічу стерильність.

Джерела виникнення ЦЧС можуть бути різними. М.І. Хаджінов і Е.І. Вахрушева виокремлюють чотири типи її походження: інбридну, популяційну, мутаційну, прищеплювальну, або інфекційну (ввe-

(введення пластичних речовин життєдіяльності стерильних рослин методом прищеплювання).

Стерильні рослини трапляються безпосередньо в сортах-популяціях, а також внаслідок схрещувань рослин у межах виду і при віддаленій гібридизації (Aegilops caudata × Triticum aestivum).

Виведення стерильних рослин, відновлення фертильності розглянемо на прикладі кукурудзи як найбільш вивченої у цьому відношенні культури.

ЦЧС у кукурудзи виявив М.І. Хаджінов у 1929 р. в зразку кременистої кукурудзи з Азербайджану. В 1931 р. він запропонував використовувати це явище для створення гібридного насіння без обривання волотей. Проте тоді ця пропозиція не була широко впроваджена.

У 1931 р. М. Родс виявив і описав ознаки чоловічої стерильності кукурудзи незалежно від М.І. Хаджінова.

Детальним вивченням і розкриттям явища ЦЧС кукурудзи в різні роки займалося багато вчених (М. Родс, Д. Роджерс і Д. Едвардсон, М.І. Хаджінов, Г.С. Галєєв, М.М. Соколов та ін.).

У результаті вивчення ЦЧС у форм різного сортового і географічного походження встановлено, що вони в одній і тій самій лінії можуть бути закріплювачами стерильності одного походження і відновниками фертильності для стерильних форм іншого. Отже, структурні зміни цитоплазми у цих форм різні, тому вони мають і різний тип стерильності.

У 1945 р. Д. Джонс описав тип ЦЧС у рослин, виділених з техаського сорту кукурудзи. Цей тип стерильності названо техаським (Т). У результаті селекційної роботи на цей тип стерильності було переведено велику кількість ліній, які в усіх кукурудзосійних країнах широко використовують для створення гетерозисних гібридів.

На Кубанській дослідній станції ВІР у зразках кукурудзи молдавського походження Г.С. Галєєв у 1956 р. і М.І. Хаджінов у 1957 р. виявили інший тип стерильності, який названо молдавським (М). У США такий тип стерильності називають *S*-типом. У наступні роки було виявлено понад 100 джерел ЦЧС.

Нині в кукурудзи вивчено і використовується чотири типи ЦЧС: *техаський* — Т, *молдавський* — М, *парагвайський* — С (у нашій країні прийнято позначення П), *болівійський* — Б.

Комплементарні гени Rf_1 Rf_2 є відновниками фертильності Т-типу, ген Rf_3 — М-типу, Rf_4, Rf_5, Rf_6 — П-типу, ген Rf^{var} — Б-типу ЦЧС.

Останнім часом особливий інтерес викликає практичне використання парагвайського типу стерильності. Сильна епіфітотія гельмінтоспоріозу кукурудзи в 70-х роках XX ст. у США, зумовлена

однорідністю посівів за цитоплазмою техаського типу, зосередила увагу селекціонерів на важливості цитоплазматичної генетичної різноманітності вирощуваних гібридів.

Селекціонер не може використати виявлену ним форму з ЦЧС безпосередньо для створення гетерозисних гібридів. Такий гібрид не задовольнятиме вимог виробництва. Ознаки ЦЧС слід передати материнським формам високоврожайних або перспективних гібридів, тобто створити стерильний аналог материнської форми.

Стерильні аналоги материнських форм гібридів створюють методом повторних насичувальних схрещувань (бекросів).

Для переведення фертильної материнської форми гібрида (це може бути лінія, сорт або простий гібрид) на стерильну основу потрібно стерильну форму (назвемо її умовно A_s), знайдену селекціонером, запилити пилком тієї форми, яку потрібно перевести на стерильну основу. Наприклад, простий міжлінійний гібрид кукурудзи Дніпровський 758ТВ створено схрещуванням ліній ДС-103Т × А619ТВ. Материнською формою цього гібрида є лінія ДС-103. Щоб мати стерильний аналог цієї лінії, потрібно стерильну форму A_s запилювати пилком лінії ДС-103. Цей процес можна показати схематично:

Рік схрещування	Схема схрещування
1-й	$A_s \times$ ДС-103
2-й	$(A_s \times \text{ДС-103})_5 \times$ ДС-103
3-й	$[(A_s \times \text{ДС-103}) \times \text{ДС-103}] \times$ ДС-103
4-й	$[(A_s \times \text{ДС-103}) \times \text{ДС-103}] \times \text{ДС-103}) \times$ ДС-103
5-й	$\mid \{[(A_s \times \text{ДС-103}) \times \text{ДС-103}] \times \text{ДС-103}\}\text{ДС-103} \mid \times$ ДС-103
6-й	ДС_s-103 × ДС-103 (розмноження)

Серед потомства від першого схрещування відбирають тільки стерильні рослини для подальшого їх запилення. Починаючи з другого бекросу, для подальшого запилення відбирають не тільки стерильні рослини, а й найближчі за фенотипом до запилювача.

У результаті 5 – 6-кратного бекросу лінія ДС-103 має майже весь свій ядерний матеріал, а цитоплазму — з чинниками чоловічої стерильності. Залежно від типу стерильності до назви виведеного стерильного аналога додають літеру, яка позначає тип стерильності. Наприклад, лінія ДС-103Т стерильна за техаським типом, лінія ВІР-44М — за молдавським.

Рослини з ознаками ЦЧС відрізняються від фертильних тим, що не цвітуть зовсім або їх цвітіння є ненормальним (рис. 9.3). У таких

рослин квітки мають дегенеровані пиляки, а пилок у пиляках — недорозвинений. Чоловічі суцвіття рослин Т- і М-типу стерильності відрізняються морфологічно. У стерильних волотей Т-типу пиляки сильно деформовані і не виходять назовні з квіткових лусок.

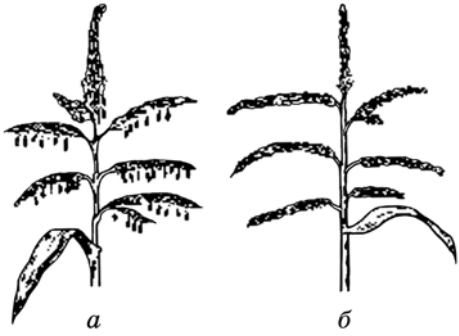


Рис. 9.3. Квітучі волоті кукурудзи:
а — фертильної; *б* — стерильної

У стерильних волотей М-типу пиляки іноді виходять з квіткових лусок, але ці пиляки недорозвинені і не розкриваються. Залежно від погодних умов інколи такі пиляки можуть частково розкриватися і давати життєздатний пилок. Тому при вирощуванні гібридного насіння на ділянках гібридизації слід проводити обстеження на повноту стерильності.

На ділянках гібридизації стерильна материнська форма вільно запилюється пилком чоловічої форми і гетерозисне насіння для товарних посівів збирають з материнської форми. На материнській формі не потрібно обривати волоті. Це насіння, висіяне на товарних посівах, проросте, дасть нормально розвинені рослини, проте у качанах цих рослин не утвориться насіння, оскільки вони стерильні і запилення не відбулося.

Якщо материнська форма у гібрида стерильна, а батьківська не відновлює фертильності, то такий гібрид вирощують за схемою *змішування* (рис. 9.4). Обривають волоті (ручна кастрація) тільки на фертильних материнських рослинах, що зменшує витрати на 50 %.

Щоб виростити гібридне насіння без затрат ручної праці на кастрацію, потрібно ділянки гібридизації закладати за схемою *відновлення* (рис. 9.5). Це можливо тоді, коли батьківська форма гібрида здатна відновлювати фертильність у потомства від стерильної форми. Якщо батьківська форма такої властивості не має, то її слід їй надати.

Створенню аналогів відновників фертильності в програмі селекції з використанням ЦЧС належить центральне місце. Це пояснюється тим, що серед самозапилених ліній, які використовують селекціонери в практичній роботі, такі, що відновлюють фертильність, трапляються рідко, до 10 % з колекції ВІР (В.О. Гонтаровський).

Д. Едвардсон і М.І. Хаджінов у багатьох сортів кукурудзи з Центральної і Південної Америки виявили здатність відновлювати

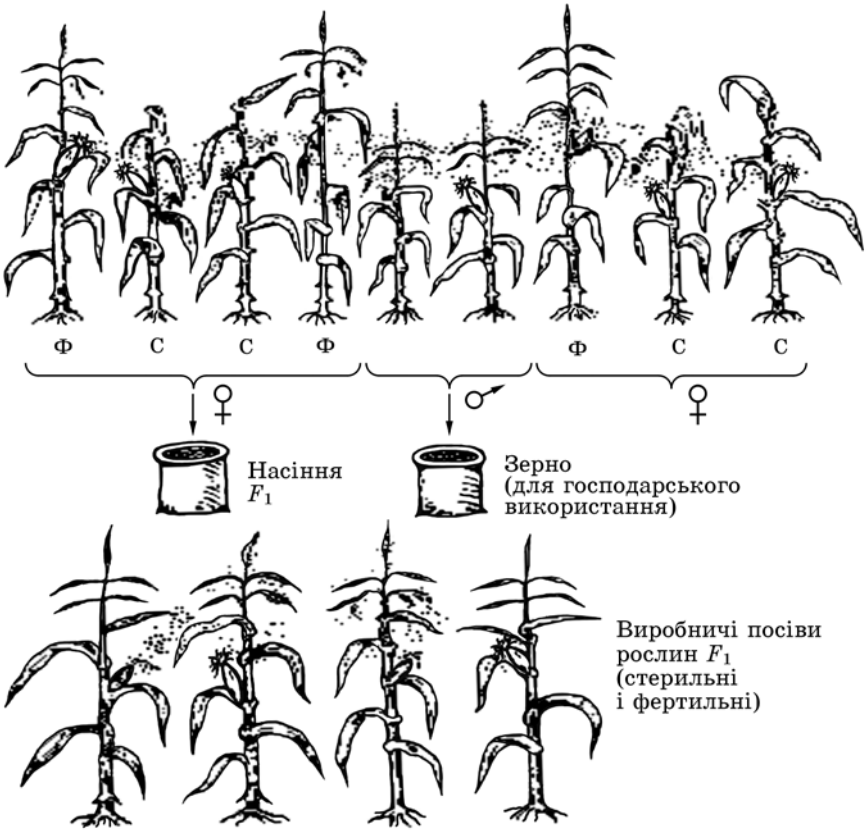


Рис. 9.4. Одержання гетерозисного насіння F_1 за схемою змішування:
С і Ф — материнська форма відповідно стерильна і фертильна

фертильність у форм з Т-типом стерильності. Таку здатність у деяких рослин виявили також А.Ю. Коварський і Т.С. Чалик.

Залежно від того, в схрещуваннях з яким типом ЦЧС лінії або сорти відновлюють чоловічу фертильність, розрізняють відновники Т-типу, М-типу, П-типу і універсальні — відновники двох або більше типів.

Відновники фертильності, що існують у природі, не можна використати безпосередньо для виробництва гетерозисного насіння.

Здатність відновлювати фертильність селекціонери надають батьківським формам гетерозисних гібридів, тобто створюють аналоги

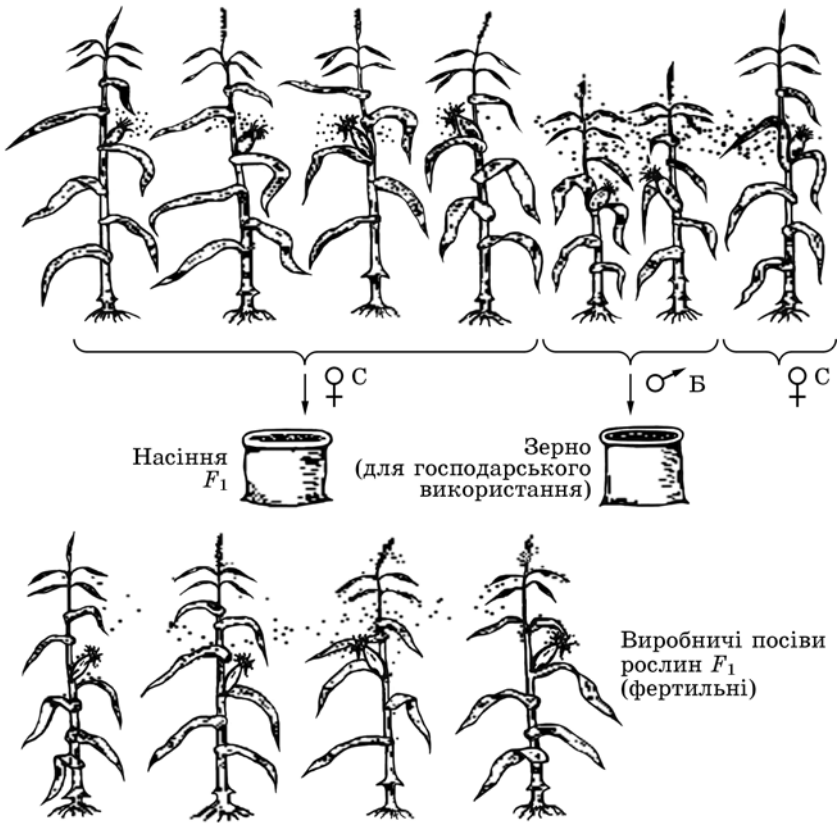


Рис. 9.5. Одержання гетерозисного насіння F_1 за схемою відновлення фертильності:
С — материнська форма стерильна; Б — чоловіча форма відновлює фертильність потомства

відновників фертильності. Застосовують кілька методів їх створення: на фертильній основі, на стерильній основі, комбінований метод.

Створення відновників на фертильній основі ґрунтується на методі насичувальних схрещувань (бекросу). Знайдений відновник фертильності (назвемо його $B_ф$) запилюють пилком потрібної селекціонеру лінії або сорту (назвемо її A) за такою схемою:

Рік схрещування	Схема насичувального схрещування
1-й	$B_ф \times A$
2-й	$(B_ф \times A) \times A$
3-й	$[(B_ф \times A) \times A] \times A$
4-й	$[(B_ф \times A) \times A] \times A) \times A$
5-й	$[(B_ф \times A\} \times A] \times A\} \times A] \times A$
6-й	*ВАААААА* — розмноження аналога

Насичувальні схрещування проводяться доти, доки не буде досягнуто потрібної морфологічної подібності між продуктом насичувальних схрещувань і оригінальною лінією *А*. Здебільшого цього досягають в 5 – 6-му поколінні.

Одночасно з другого бекросу кожну рослину перевіряють на відновлювальну здатність, запилюючи її пилком стерильну форму, для якої створюється відновник. Для подальшого насичування використовують рослини, які забезпечують в аналізуючому схрещуванні найбільший вихід фертильних рослин.

Потреба ведення одночасно з насичувальними схрещуваннями схрещувань з перевірки відновлювальної здатності ускладнює цей метод.

Створення відновників на стерильній основі. Цей метод, запропонований М.І. Хаджіновим, ґрунтується, як і попередній, на насичувальних схрещуваннях, але здійснюють їх на стерильній цитоплазмі, тобто немає потреби в аналізуючих схрещуваннях на відновлювальну здатність.

Роботу за цим методом починають із схрещування стерильної форми *С* з відновником стерильності $B_ф$. Далі фертильні рослини, одержані від схрещування $C \times B_ф$, запилюють упродовж 5 – 6-го років пилком лінії (або сорту) *А,* якій потрібно надати здатність відновлювати фертильність за такою схемою:

Рік схрещування	Схема схрещування
1-й	$C \times B_ф$
2-й	$(C \times B) \times A$
3-й	$[\{C \times B\} \times A] \times A$
4-й	$\{[\{C \times B\} \times A\} \times A$
5-й	$[\{[\{C \times B\} \times A] \times A\} \times A] \times A$
6-й	$(C \times B) \times A^4$ — самозапилення, добір, розмноження аналога відновника фертильності
7-й	$(C \times B) \times A^4$

Установлено, що відновлювальна здатність аналогів фертильності, створених на основі «стерильної» цитоплазми, може знижуватися і часто вони самі стають стерильними.

Комбінований метод створення аналогів — відновників фертильності розроблено у Краснодарському НДІСГ і на Кубанській дослідній станції ВІР (Г.С. Галеєв).

За цим методом першу частину роботи, пов'язаної зі створенням відновників фертильності, проводять до 5 – 6-го бекросу за останньою схемою. Створений аналог — відновник фертильності на стерильній цитоплазмі переводять на нормальну цитоплазму. Для цього вихідну лінію *A* використовують як материнську форму, а чоловічою формою буде відновник фертильності із стерильною цитоплазмою $(C \times B) \times A^5$, виведений за останньою схемою. У результаті такого схрещування здатність відновлювати фертильність передається вихідній лінії *A*, яка має нормальну цитоплазму:

$$A \times [(C \times B) \times A^5]$$
$$\text{цит}^n\ rfrf \qquad \text{цит}^n\ Rfrf$$

Створена форма за зовнішніми ознаками подібна до вихідної лінії *A*, але набуває відновлювальної здатності (на 25 %), включаючи половину рослин з генотипом цит^n *rfrf* і половину з генотипом — цит^n *Rfrf*. Підвищити відновлювальну здатність аналога до 100 % можна дворазовим самозапиленням (В.О. Гонтаровський).

До назви батьківської форми (відновника фертильності) додають назву типу стерильності, в якої він відновлює фертильність: ТВ — відновник у Т-типу стерильності; МВ — відновник у М-типу стерильності; ПВ — відновник у П-типу стерильності.

Використання материнських форм з ЦЧС, а чоловічих, здатних відновлювати фертильність, дає змогу вирощувати гетерозисне насіння за схемою відновлення, тобто без затрат ручної праці на кастрацію материнських форм.

Використання явища несумісності в селекції на гетерозис розкриває можливості створення гібридного насіння без кастрації материнських форм у гібридів.

Несумісність — це явище, коли рослини не зав'язують насіння при самозапиленні (самонесумісність), а також при перехресному запиленні (перехресна несумісність) певними рослинами того самого виду. При цьому чоловічі й жіночі гамети таких рослин функціонують нормально і здатні давати потомство при схрещуванні з іншими рослинами.

Явище несумісності поширене в рослинному світі. Цим створюються умови для перехресного запилення й підтримання гетерозиготності у перехреснозапильних культур.

Несумісність у більшості видів контролюється геном *S* і його численними алелями S_1, S_2, S_3, ..., S_n. Наприклад, рослини з генами S_1, S_2 не запилюються своїм пилком, а також пилком інших рослин,

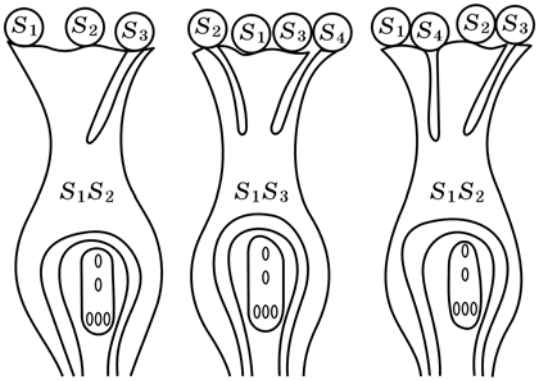


Рис. 9.6. Явище несумісності у квіткових рослин

який має алельний ген S_1 або S_2, проте вони можуть запліднюватися гаметами, що несуть інші алелі серії S (рис. 9.6).

А. Лундквіст установив, що у жита несумісність контролюється комплементарною взаємодією генів S і Z. Кожен із цих генів поданий серією алелів. Виявлено шість типів несумісності у майже 80 родин покритонасінних рослин.

Для виробництва гібридного насіння на основі генетичних систем несумісності потрібно мати самозапилені лінії, гомозиготні за різними S і Z алелями несумісності. Такі лінії виділяють примусовим самозапиленням, яке супроводжуватиметься інбредною депресією, але з третього покоління інбридингу можна виділити рецесивні рослини з цінними господарськими ознаками і гомозиготні за S або Z алелями.

Висіваючи такі лінії почергово рядами, можна отримувати гібридне насіння. Проте у практиці використання несумісності для виробництва гібридного насіння виявилися певні труднощі. Вони пов'язані переважно з невивченістю генетики самонесумісності у цукрових буряків, соняшнику, люцерни та інших культур. Це також труднощі розмноження ліній з високою самонесумісністю.

Для рослин, які легко розмножувати вегетативно, Р. Раймон-Філіпп і Інгленд описують методи клонового розмноження материнських ліній з високою самонесумісністю і комбінаційною здатністю.

Використання явища несумісності у виробництві гетерозисного насіння потребує подальшого вивчення генетики цього явища і вдосконалення методів його використання.

Використання явища гетерозису на основі полікросів. Особливий інтерес у селекції на гетерозис становить створення складних гетерозисних гібридів, які є збалансованими синтетичними популяціями. Синтетичні сорти формуються на основі вільного перезапилення ліній, клонів, біотипів, популяцій, відібраних за комбінаційною здатністю методом полікросу.

Термін «*полікрос*» застосовують для визначення потомства перехреснозапильних рослин, вирощеного з насіння сорту (лінії, клону) і

створеного в результаті вільного перезапилення іншими сортами при сумісному вирощуванні їх в одному розсаднику (М.В. Турбін). Метод полікросу є початковим етапом у селекції генетично збалансованих генетичних популяцій рослин. Суть його полягає в сумісному вирощуванні рослин у розсаднику, де вони вільно перезапилюються, і в наступному випробуванні цих потомств.

Останніми роками в селекції жита поширюється метод створення синтетичних сортів на основі полікросу в різних модифікаціях. Виділені родини з високою загальною комбінаційною здатністю (ЗКЗ) за методом полікросу в жита і об'єднані в популяцію виявляють ефект популяційного гетерозису за врожаєм зерна 6,5 – 33,4 % (А.О. Гончаренко).

У ФРН розроблено метод створення синтетичних сортів жита на основі *полікрос-тесту*. При використанні цього методу компонентами для створення синтетиків беруть не кращі родини з високою ЗКЗ, а їхні потомства із розсадника полікросу (використовуючи резерв насіння). Цим методом у популяції накопичуються позитивні генотипи, які виникають унаслідок нових генетичних рекомбінацій, що сприяє підвищенню рівня врожайності сорту-синтетика. На основі цього методу в ФРН створено високоврожайні синтетичні сорти жита. Методом синтетичної селекції створено занесений до Реєстру сортів для двох зон України сорт жита Харківське 88.

Метод полікросу останніми роками застосовують також у селекції цукрових буряків. Селекціонери різних країн уживають цей метод у різних модифікаціях. Особливо широко використовують метод полікросу в селекції багаторічних трав при створенні складногібридних популяцій. Аналіз величини гетерозису показав високу ефективність його використання для створення складногібридних популяцій при внесенні в розсадник полікросу груп біотипів для вільного перехресного запилення.

Добір вихідних сортів або рослин, створення насіння від схрещування їх у всіх можливих комбінаціях і випробування комбінаційної здатності для добору компонентів синтетичного сорту — основна і найбільш трудомістка частина роботи з виведення сортів-синтетиків.

Вихідні рослини виділяють у розсаднику відбору при квадратно-гніздовому посіві з оцінюванням їх за цінними господарськими ознаками (продуктивністю, стійкістю до хвороб тощо).

Відібрані біотипи клонують або пересаджують цілими рослинами в розсадник вільного перезапилення при суворій ізоляції від загальних посівів. Половину насіння від кожної рослини висівають у розсадник оцінювання потомств перезапилених біотипів. Після їх оцінювання половину насіння, що залишилося від кращих за комбі-

національною здатністю рослин, об'єднують у складногібридну популяцію (рис. 9.7).

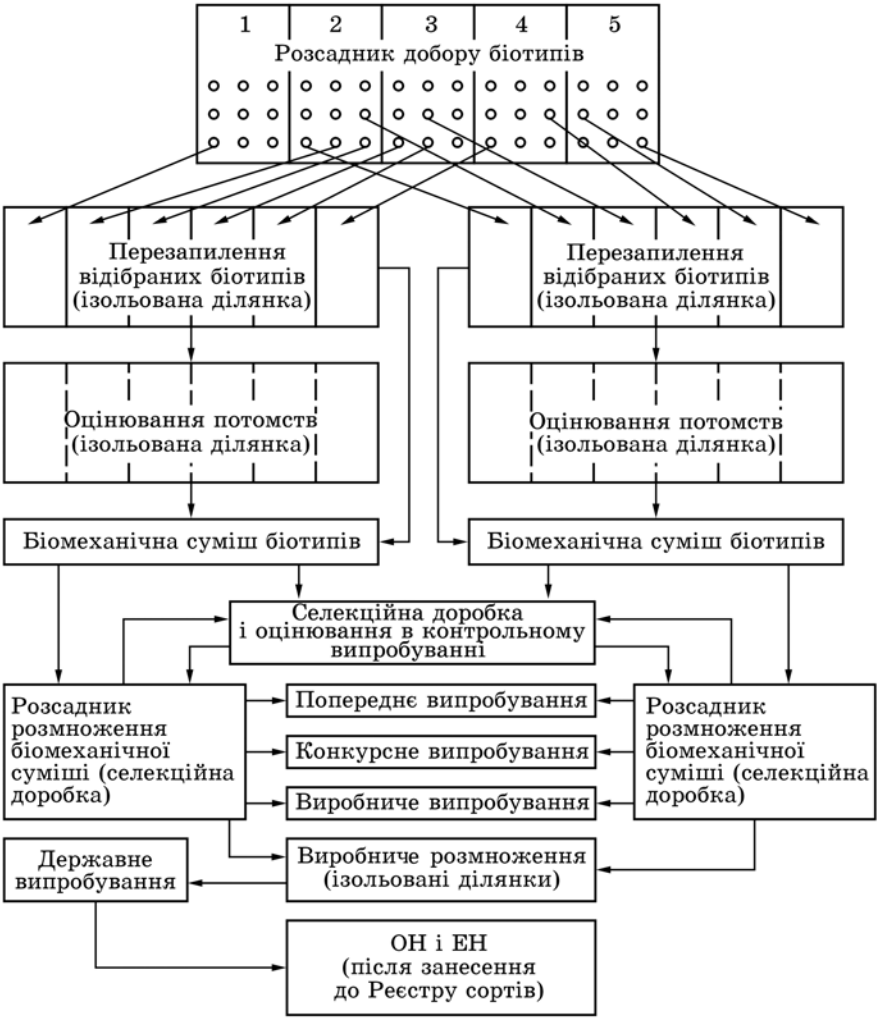


Рис. 9.7. Схема роботи за методом полікросів

При створенні складногібридних популяцій високий гетерозис за врожайністю відмічено у рожевої та білої конюшини, люцерни та деяких видів злакових багаторічних трав.

9.6. Перспективи використання гетерозису в селекції основних польових культур

Пшениця. Явище гетерозису у пшениці описав Фріман ще в 1919 р. Інтерес до нього посилився після відкриття Х. Кіхарою в 1959 р. ЦЧС. З'явилися реальні передумови для практичного використання ефекту гетерозису у пшениці. Важливим чинником практичного використання гетерозисного насіння пшениці є насамперед величина гетерозису. В різні роки дослідники (Харрінгтон, 1944; Е.Т. Варениця, 1946; П.П. Лук'яненко, 1968 та ін.) спостерігали підвищення врожайності гетерозисних гібридів пшениці на 15 – 85 % порівняно з вихідними батьківськими формами.

У 60-х роках XX ст. було розпочато роботи, пов'язані з гетерозисом пшениці як в Україні, так і в інших країнах.

Методи виведення гетерозисних гібридів потребують створення материнської форми з чоловічою стерильністю, запилення її чоловічою формою і в результаті створення фертильного гібрида. У зв'язку з цим основні зусилля генетиків і селекціонерів було спрямовано на пошуки ефективних шляхів практичного використання гетерозису у пшениці. Головну увагу привертала можливість використання явища ЦЧС з ефективним відновленням фертильності як найперспективніший шлях.

Деякі дослідники (Х. Кіхара, Х. Фукасава, У. Рос, М.І. Савченко, В.Д. Кобилянський, С.П. Лифенко та ін.) встановили, що джерелами ЦЧС можуть бути такі види: T. timopheevii, T. timonovum, T. araraticum, T. monococcum, T. zhukovskyi, Aegilops — Ae. ovata, Ae. caudata, Ae. speltoides, Secale — S. cereale.

Виявлено, що майже всі поширені у світі сорти пшениці є закріплювачами стерильності. Значно важче розв'язати проблему створення високоефективних відновників фертильності. Домінантні гени *Rf* (відновники фертильності) трапляються у незначної кількості сортів (Примепі, Пальмарес, Професор Маршал, Пшенично-пирійний гібрид 172 та ін.), видів пшениці (T. timopheevii, T. timonovum), деяких зразків видів (T. spelta, T. polonicum, T. vavilovii).

Проте досі не знайдено відновників, які б забезпечували повне відновлення фертильності. Це є стримувальним чинником успішного насінництва гібридів пшениці.

Оригінальну методику виведення інбредних ліній і гібридів пшениці розробив Ю.П. Мірюта (1972). Згідно з його гіпотезою інбридинг, переводячи в гомозиготний стан відповідні генетичні системи, відкриває квітки пшениці, зумовлює вибірковість чужого пилку при заплідненні, однорідність за комбінаційною здатністю та стійкість до хвороб і несприятливих умов середовища. Цим методом можна одержати гібридне насіння з усіх рослин на ділянках гібридизації, де в

прямому розумінні немає материнських і чоловічих форм. Однак практична перевірка цього методу озимої пшениці і ячменю показала, що створення вихідних ліній — процес досить складний і методично ще недосконалий для практичного використання.

В Австралії і США в середині 70-х років XX ст. було передано у виробництво перші гібриди пшениці, проте досі вони не поширені.

Наприкінці 70-х років XX ст. роботи, пов'язані зі створенням гетерозисних гібридів пшениці, в нашій країні практично припинилися. Нині вчені працюють над створенням багатолінійних сортів (гетерозисних популяцій).

У самозапильних зернових культур ячменю, вівса, проса принадлива перспектива виробництва високоврожайного гетерозисного насіння ще не знайшла практичного використання. Отже, для зазначених культур можна виокремити основні труднощі: пошук джерел ЦЧС і високоефективних відновників фертильності; вдосконалення методів насінництва гетерозисних гібридів. Одним із теоретично можливих шляхів використання гетерозису, зокрема у проса, є виявлення форм з генетично стійким апоміксисом.

Проблема закріплення гетерозису. Потенційні можливості використання явища гетерозису для підвищення продуктивності сільськогосподарських рослин далеко не вичерпані. Проте для деяких культур (пшениця, ячмінь, овес тощо) гетерозисні гібриди не впроваджуються у виробництво через труднощі їх насінництва. Безумовно, розв'язання проблеми закріплення гетерозису в поколіннях має важливе значення для практики.

Оскільки гетерозис виявляється тільки у гібридів першого покоління, гетерозисне насіння потрібно виробляти щороку. Для багатьох культур ведення насінництва досить складне, що робить дуже дорогим гетерозисне насіння.

Генетики і селекціонери працюють над вирішенням проблеми закріплення гетерозису, хоча їхні успіхи ще досить скромні. Розв'язати її можна вегетативним розмноженням і використанням явища апоміксису.

У вегетативно розмножуваних рослин явище гетерозису може використовуватися впродовж багатьох років при розмноженні їх за допомогою вегетативних органів (бульбами, цибулинами, живцями). Багато сортів картоплі, плодово-ягідних культур, виведених з гібридних сіянців, стійко зберігають гетерозис. Збереження гетерозису у цьому разі зумовлюється відсутністю редукційного поділу (мейозу) і пов'язаного з ним статевого розмноження, яке є причиною розщеплення взагалі і нівелювання гібридної сили зокрема. При вегетативному розмноженні кількість клітин збільшується в результаті мітозу. При цьому дочірні клітини повністю зберігають набір материнських хромосом і всю спадкову інформацію, «записану» на них.

У рослин, розмножуваних насінням, ефективним способом закріплення гетерозису могло б бути використання явища апоміксису.

У деяких видів рослин зародок насіння може утворюватися без запліднення (безстатеве насіннєве розмноження). У цьому разі немає редукційного поділу і злиття гамет, а клітини, з яких розвивається зародок, виникають після екваційного поділу ядер материнських клітин. Тому при безстатевому насіннєвому розмноженні клітини апоміктичних зародків мають спадкову інформацію материнських рослин і зберігають гетерозис, якщо він був у материнської рослини. Таке закріплення гетерозису і пов'язаних з ним цінних господарських ознак вдалося здійснити у культур, здатних до апоміктичного розмноження (цитрусові, банани, мангове дерево, тонконіг тощо).

У більшості культурних рослин, у яких закріплення гетерозису особливо бажане (кукурудза, жито, гречка, цукрові буряки, пшениця тощо), здатності до апоміктичного розмноження або зовсім немає, або вона виражена слабко. Тому, щоб розв'язати проблему закріплення гетерозису методом апоміксису, потрібно надати або різко підсилити здатність цих культур до апоміктичного розмноження. Це досить складно. Так, серед питань, що розробляються при гібридизації кукурудзи з трипсакумом, вивчається можливість надання кукурудзі здатності до регулярного апоміктичного розмноження.

Установлено, що здебільшого у кукурудзи здатність до апоміктичного розмноження контролюється рецесивними генами. На жаль, навіть у кукурудзи, не кажучи про інші менш вивчені культури, закріплення гетерозису використанням апоміксису досі ще залишається принадливою перспективою.

Підтримати ефект гетерозису в кількох поколіннях можна використанням поліплоїдії.

У автополіплоїдів у другому і наступних поколіннях розщеплення відбувається повільніше, ніж у вихідних диплоїдних форм. Гомозиготних форм у них виділяється менше, тому й підтримується вищий рівень гетерозиготності в більшій кількості поколінь, ніж у диплоїдів. Проте зазначені шляхи закріплення гетерозису ще потребують глибокого вивчення генетики цього явища і детальних методичних розробок.

Контрольні запитання і завдання

1. У чому полягає суть і значення гетерозису? **2.** Як використовують інцухт у селекції на гетерозис? **3.** Назвіть методи створення самозапилених ліній. **4.** Методи визначення загальної та специфічної комбінаційної здатності ліній. **5.** Як застосовують ЦЧС у гетерозисній селекції? **6.** Перелічіть типи гетерозисних гібридів. **7.** Схеми вирощування гетерозисного насіння. **8.** Що досягнуто завдяки гетерозисній селекції і які її подальші перспективи?

Розділ 10
РОЛЬ ДОБОРУ В СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН

Селекція рослин завжди пов'язана з добором. Однією з умов успішного здійснення цього процесу незалежно від методу, який використовує селекціонер, є вміння розпізнавати кращі типи серед усієї різноманітності форм. Проте слід зазначити, що роль добору і межі його можливостей залишаються такими самими і тоді, коли різноманітність форм зумовлена гібридизацією або мутагенними чинниками. При використанні чистого штучного добору як методу селекції із природних популяцій добирається і накопичується лише те, що вже є і виникло природним шляхом.

10.1. Розвиток теорії добору і його творча роль

Вперше вчення про добір виклав Ч. Дарвін у книзі «Походження видів шляхом природного добору» (1855). Ще докладніше вчення про штучний добір він подав у монографії «Мінливість тварин і рослин на етапі одомашнювання» (1868).

Ч. Дарвін виокремив три типи добору: природний; несвідомий штучний; методичний (цілеспрямований) штучний.

Природний добір — основний чинник, що спрямовує еволюцію. На його фоні розвивається штучний добір, який може посилювати або послаблювати природний добір. Природний добір елімінує з популяції відносно невеликий відсоток її компонентів. Проте тривалий і постійний вплив природного добору, що діє на величезних територіях, часто надає йому переваги перед сильним штучним. До того ж, людина часто не помічає повільної і неухильної мінливості популяції під дією природного добору і констатує це лише тоді, коли вже є помітні результати.

Добір завжди спирається на генотипову мінливість. Чим вона сильніша, тим більше змінюються відповідні популяції під дією природного добору. Дія природного добору особливо сильна, коли він розвивається на фоні інтродукції екотипів з інших умов. Це можна спостерігати на прикладах початкових стадій окультурення, коли дика рослина за відносно жорстких умов існування потрапляє на високородючі землі.

Хоча у природі чисельність індивідів більшості видів і має окремі коливання, однак віками залишається в межах більш-менш певної амплітуди. Отже, практично коефіцієнт розмноження видів за при-

родних умов наближається до одиниці. На початку ж вирощування диких рослин їх кількість у культурі швидко зростає.

У видів, які добре піддаються натуралізації (жито Купріянова), коефіцієнт розмноження при хорошому догляді становить 20 – 50 і вище.

У цьому разі мутанти, які зберігалися в популяції у рецесивному стані, і нові мутанти дістають достатню можливість виявитися в окремих представників популяції без ризику пригнічення їх суворим природним добором. Цим пояснюється постійна поява в культурі білоквіткових форм у синюхи, пурпурної наперстянки, олеандру, які, безумовно, є ослабленими в боротьбі за існування в природних умовах.

Певне послаблення природного добору, яке сприяє посиленню поліморфізму в популяціях диких видів, відбувається не лише при введенні їх у культуру, а й при повному впливі людини на незаймані асоціації, що сприяє послабленню тиску природного добору на окремі види (рослинність випасів, райони збирання в природі квіток і плодів). Білоквіткові форми цикорію часто трапляються на територіях поблизу оброблених полів, а в незайманих лучних асоціаціях вони дуже різні.

Відносно загальне послаблення природного добору в культурі пов'язане з тим, що на більш родючих оброблених ґрунтах при ретельнішому догляді більшість сіянців, які в природі приречені на загибель, виживають. Цьому сприяє відносно розріджене висівання і регулярна боротьба з бур'янами.

У процесі мінливості рослинних популяцій при перенесенні їх у нові умови існування природний добір особливо діє на ознаки, які більше, ніж інші, дисгармонують з новим середовищем.

Несвідомий штучний добір проводиться і виявляється в збереженні для розмноження кращих екземплярів та знищенні гірших без свідомої мети виведення нової породи або сорту. Цим методом добору, який повторювався з покоління в покоління, створено всі культурні рослини, а також місцеві сорти.

Методичний добір відрізняється від несвідомого насамперед тим, що людина свідомо і систематично намагається змінити породу чи сорт у бік відомого й заздалегідь установленого ідеалу.

У вченні про штучний добір Ч. Дарвін показав, що головною рушійною силою селекції є добір кращих форм. Він виявив умови, які забезпечують максимальну ефективність штучного добору.

П е р ш о ю умовою Ч. Дарвін вважав правильний вибір вихідного матеріалу для селекції, який забезпечує досить високу пластичність і мінливість для ефективності добору.

Д р у г а умова — це правильне і чітке визначення мети селекції, того ідеалу, до якого прагне селекціонер.

Третя — проведення селекції в досить широких масштабах і жорстке бракування матеріалу на всіх етапах селекційного процесу.

Четверта — добір форм за однією основною ознакою чи властивістю, оскільки намагання домогтися поліпшення відразу багатьох ознак унеможливлює поліпшення будь-якої з них.

Ч. Дарвін зазначав, що селекція зумовлює зміни лише тих ознак, які є предметом безпосереднього добору, і не впливає на всі інші ознаки сорту чи породи.

У сучасній селекційній роботі дуже рідко проводять добір за однією ознакою. Як правило, паралельно поліпшують кілька ознак популяції. Можливий одночасний добір за скоростиглістю, високою врожайністю і стійкістю до одного або кількох збудників хвороб. За такого добору позитивні зрушення за цими ознаками, як правило, зменшуються. При цьому слід ураховувати, є чи ні кореляція між ознаками, за якими ведуть добір.

Вчення про штучний добір є головною теоретичною основою для практичної діяльності цілого покоління селекціонерів і підвищує ефективність їх роботи.

Класичним прикладом систематичної успішної селекції методом добору є робота з цукровими буряками. У 1747 р. вміст цукру в коренеплодах цукрових буряків становив 6 %. Наприкінці XVIII ст. розпочалися пошуки цукристих сортів, і в Сілезії було виділено форми з високим вмістом цукру.

З того часу внаслідок систематичного добору почалося поступове збільшення цукристості, яка досягала 19 % у середньому, а в кращих коренеплодах — 22 %.

Проте у XIX ст. ще не було чіткої концепції про генотип як комплексну реакцію потенційних можливостей організму на умови його розвитку і про фенотип як функцію генотипу і середовища, в якому відбувається розвиток. Перед практичними селекціонерами ці проблеми постали раніше, ніж перед генетиками. Давньою формою штучного добору був масовий, коли для створення поліпшеного покоління відбирали кращі рослини або навіть їхні органи (насіння, плоди, корені, бульби), і потомство з відібраного матеріалу не розділялося на потомки окремих рослин. За масового добору насіння відібраних рослин змішували і висівали. Якщо в групу відібраних кращих рослин потрапляла якась кількість малоцінних у спадковому відношенні, це знижувало ефективність добору.

Видатні селекціонери XIX ст. П. Ширеф, Л. Вільморен і Я. Нільсон на основі свого селекційного досвіду переконалися, що орієнтовний добір кращих рослин з наступним порівняльним оцінюванням їхніх потомств (метод педігрі) та добором кращих з них значно швидше забезпечує поліпшення матеріалу, ніж постійний добір кращих

рослин серед нерозділених за батьками потомств. Тому було висунуто ідею індивідуального добору з оцінювання за потомством.

Міцну наукову основу для застосування індивідуального добору створив датський біолог В. Іогансен, який експериментально довів, що добір може мати ефект лише тоді, коли проводиться в змішаному гетерогенному матеріалі, в популяції.

В. Іогансен вів добір на масу насіння у квасолі — типового самозапильника. Для цього було використано дуже поширений сорт Принцеса, в якого розмір насіння дуже варіює. Відібравши з 5494 насінин цього сорту, що мають середню масу однієї насінини 496 мг, кілька найбільших і найдрібніших насінин, посіяв їх. В. Іогансен виростив 19 рослин. Виявилося, що середня маса їхнього насіння варіювала від 350 до 640 мг. Насіння, висіяне з великонасінних рослин, дало великонасінне потомство, з найдрібніших — дрібнонасінне. Отже, добір ліній у межах сорту, що є популяцією, дав позитивний ефект. Значна мінливість маси насіння простежується всередині виділених чистих ліній, проте в цьому разі подальший добір великих і дрібних насінин не дав жодних результатів, хоча його проводили безперервно впродовж кількох років.

Великі і дрібні насінини з однієї рослини з будь-якої лінії зі сталою мінливістю давали рослини з однаковою середньою масою насінин, тобто мінливість у лініях, що підлягали добору за розміром насіння, була модифікаційною, зумовленою впливом зовнішнього середовища. Тому добір у межах лінії виявився неефективним.

Вихідний сорт квасолі, вибраний для цих дослідів, був сумішшю високогомозиготних ліній, які В. Іогансен назвав чистими лініями. Він визначив чисту лінію як потомство однієї самозапильної гомозиготної особини. Вчений показав, що самозапильні рослини поліпшуються добором лише тоді, коли вихідний сорт є сумішшю кількох ліній. Отже, таке поліпшення можливе лише до певної межі.

Після відкриттів В. Іогансена у 1903 р., які ґрунтувалися на експериментальному доведенні неуспадкування модифікацій, настав новий етап розвитку теорії добору. Вчення Іогансена про чисті лінії дало можливість уточнити як теоретичне розуміння, так і практичне використання індивідуального добору і зумовило створення методу лінійної селекції, який незабаром став основним методом аналітичної селекції.

Метод чистих ліній у селекції самозапильних рослин дістав завершення і практичну перевірку на Свальофській селекційній станції (Швеція) в дослідженнях Н.Г. Нільсона-Еле (1903). Ці дослідження показали, що використання чистих ліній має особливо велике значення у процесі роботи з гібридним матеріалом, оскільки він дає змогу правильно визначити час початку вибору рослин — родоначальників чистих ліній, який здійснюється після досягнення

гібридами досить високої гомозиготності. Дослідження Н.Г. Нільсона-Еле сприяли створенню дуже цінних лінійних сортів ячменю, вівса, пшениці.

Дещо пізніше (1905 – 1915) лінійна селекція набула значного поширення в Німеччині, Франції, Англії, США та інших країнах.

У Росії першим лінійну селекцію почав широко впроваджувати Д.Л. Рудзинський на дослідному полі Петровсько-Разумовської академії. Було створено цінні сорти льону, озимої пшениці.

Після практичного опанування вченням Іогансена експериментальна розробка теорії добору вступила в новий етап, використавши відкрите на той час вчення про мутації.

При ретельному вивченні чистолінійних сортів інколи можна знайти спадково змінені форми, які стійко передають свої характерні особливості потомству. Ці відхилення є здебільшого результатом появи мутацій або розщеплення. У деяких випадках такі спадкові відхилення можна використати для виведення нових сортів, що зберігають основні особливості вихідного сорту, хоча перевищують його за тими чи іншими цінними господарськими властивостями.

Можливість поліпшення чистолінійних сортів повторним добором не знижує, а навпаки, збільшує значення вчення про чисті лінії, оскільки дає змогу правильно зрозуміти основні особливості повторного добору в чистих лініях і розробити найдоцільніші форми такого добору.

Добір по-різному діє в популяціях самозапильних і перехреснозапильних культур. У популяції самозапильних культур добір усуває організми з ознаками, які на цьому етапі мають негативне значення в боротьбі за існування, і сприяє організмам з позитивними ознаками.

Природний добір впливає лише на ознаки, які вже виявилися, тобто фенотипові. Рецесивні гени, які визначають негативні ознаки доти, доки перебувають у гетерозиготному стані, уникають дії природного добору і усуваються ним після переходу в гомозиготний стан.

У популяції перехреснозапильних культур безперервне схрещування зумовлює широкий обмін спадковою інформацією між організмами, які входять до її складу. Це затримує перехід у гомозиготний стан і фенотипове виявлення рецесивних генів, а також сприяє накопиченню в генофонді популяцій рецесивних летальних і напівлетальних генів.

Отже, якщо в популяції зберігається гетерозиготність за якоюсь ознакою, то виявляється дія добору. Якщо гетерозиготність вичерпана, дія добору припиняється. Тому чим більшою кількістю генів визначається ознака або властивість, тим довшим є добір.

Такі ознаки, як остистість, біле забарвлення колоса, неопушеність колосових лусок визначаються однією парою генів, тому вони закріплюються в процесі одноразового добору. Формування ознак стійкості до хвороб, високого вмісту білка, скоростиглості та багатьох інших досягають методом тривалого природного добору, оскільки ці ознаки і властивості успадковуються полігенно.

10.2. Поняття про родину, лінію, клон

У селекційно-генетичній термінології вживають такі поняття, як родина, лінія, клон.

Родина рослин — це гетерозиготне потомство однієї рослини.

Лінія рослин (чиста лінія) є потомством однієї генетично однорідної (гомозиготної) рослини, яка розмножується статевим шляхом. Термін «лінія» стосується самозапильних культур.

Природна або штучно створена популяція облігатно самозапильного виду є сумішшю груп індивідів з різними генотипами, тобто сумішшю чистих ліній (аутогамна популяція: від нім. Autogamie, англ. Autogamy — самозапліднення). Популяції перехреснозапильних культур називають алогамними (від нім. Allogamie, англ. Allogamy — перехресне запилення).

Самозапилена лінія — лінія однієї перехреснозапильної рослини, виведеної в результаті примусового самозапилення (інцухту) в ряді поколінь. Інцухт (від нім. Inzucht — самозапилення) дає змогу розкласти сорт-популяцію на складові біотипи (лінії).

Клон (від нім. Klon, англ. Clone) — це генетично однорідне вегетативне потомство однієї рослини, яка розмножується бульбами, живцями, коренями, цибулинами. Клони відрізняються від чистих ліній тим, що при однаковій в обох випадках фенотиповій одноманітності у чистих ліній усі особини гомозиготні, тоді як у клонах вони здебільшого гетерозиготні.

10.3. Класифікація методів добору

Теоретичні дослідження і селекційно-насінницька практика сприяли розробленню кількох методів добору. Основними є масовий (одноразовий, багаторазовий і безперервний), індивідуальний (одноразовий, багаторазовий і безперервний), клоновий (одноразовий і багаторазовий) добір.

Масовий добір. Це найдавніший метод добору, за якого з популяції відбирають кращі особини за їх індивідуальним фенотипом без урахування родинних зв'язків. Наприклад, зібравши врожай

пшениці чи жита, можна пропустити зерно через решета і використовувати для висівання лише кращу фракцію з найкрупнішого і повновагового насіння. Позитивним у цьому методі є простота і можливість широкого масштабу селекції.

Масовий добір відіграв важливе значення як в окультуренні рослин взагалі, так і в підвищенні продуктивності і якості врожаю сільськогосподарських рослин. Усі місцеві сорти народної селекції були створені за допомогою масового добору, а надалі вони стали основним вихідним матеріалом для селекції.

Розрізняють негативний і позитивний масовий добір.

Негативний масовий добір — найпримітивніший, його найменше застосовують у селекції. Він полягає в тому, що з певної популяції, продуктивність якої селекціонер хоче спадково поліпшити, видаляють менш продуктивні рослини. Краща частина популяції розмножується у міру потреби.

Нині лише у виняткових випадках цим методом можна досягти успіхів у селекції. Навіть у підтримувальній селекції (насінництві) цей метод недостатньо дійовий для збереження високого рівня продуктивності існуючого сорту. Проте це не означає, що за його допомогою не можна поліпшити спадковий склад генетично неоднорідного рослинного матеріалу відповідного сорту.

Позитивний масовий добір передбачає виділення в кожній генерації найкращих за своїми властивостями особин, насіння яких об'єднують, це і є основою для наступного добору.

Масовий добір можна застосовувати як для перехреснозапильних, так і для самозапильних культур, щоб поліпшити насіннєвий матеріал існуючих сортів і створити нові. Для виведення нових сортів методом масового добору якісним вихідним матеріалом є місцеві сорти-популяції з різноманітними формами. Виокремлення найцінніших форм з таких популяцій є основним завданням масового добору.

Масовий добір дає позитивні результати, якщо напрям добору підсилює адаптивні можливості, тобто пристосованість рослин до зовнішнього середовища. Наприклад, масовий добір на підвищення урожайності, стійкості до несприятливих умов, життєздатності рослин тощо за умов, до яких пристосована культура, може за короткий період дати високі результати. Складніше цим методом посилити ті ознаки, які не сприяють біологічній пристосованості рослин, наприклад підвищення цукристості у коренеплодах цукрових буряків, крохмалистості бульб картоплі. Подібні властивості перебувають у протиріччі з біологічною пристосовуваністю рослин, їх штучно сформувала людина в процесі селекції.

У сучасній селекції рослин масовий добір використовують для збереження ознак існуючих сортів. Масовий добір поділяють на одноразовий і багаторазовий (безперервний).

Масовий одноразовий добір полягає в тому, що із загальної маси рослин за певними ознаками відбирають найкращі. Відібрані рослини після їх оцінювання складають у загальний сніп, який обмолочують, і насіння висівають наступного року на ділянці розмноження (рис. 10.1, *а*). Цей метод добору називають ще *сортополіпшувальним,* оскільки його найчастіше застосовують для поліпшення сорту. Потреба в такому доборі виникає, наприклад, при масовому засміченні насіння, коли відсоток сортової домішки настільки високий, що виділити її за допомогою сортового прополювання неможливо. Метод одноразового масового добору застосовують також з метою оздоровлення сорту.

Відбирають здорові, добре розвинені рослини з ознаками високої врожайності; їх насіння висівають на окремій ділянці. Таким способом можна порівняно легко позбавитися багатьох захворювань, які поширюються через посівний матеріал. Масовий одноразовий добір широко використовують у насінницькій практиці.

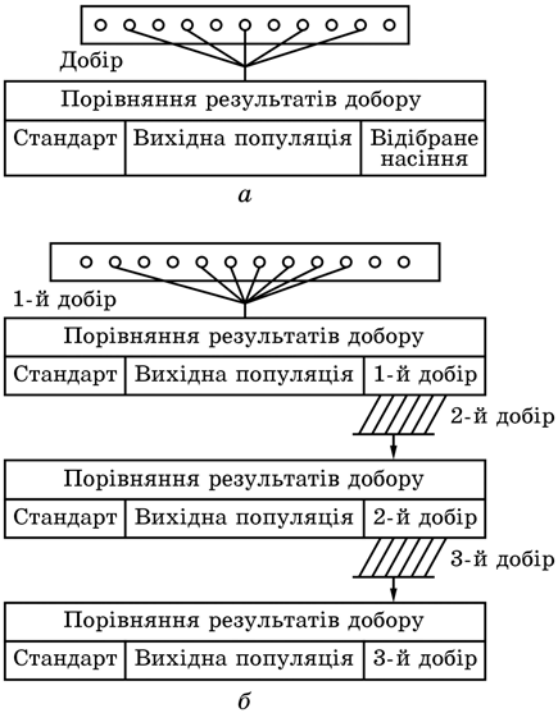


Рис. 10.1. Схеми масового добору самозапильних культур:
а — одноразового; *б* — багаторазового

Масовий багаторазовий (безперервний) добір застосовують з метою виведення нових сортів. Особливо важливе значення він має при поліпшенні існуючих. Цей добір здійснюють так: у 1-й рік висівають матеріал, з якого проводитимуть добір (сорт-популяція, селекційний сорт тощо). На цій ділянці відбирають потрібні рослини. Масштаб добору залежно від мети може бути від кількох сотень до кількох тисяч рослин (рис. 10.1, *б*). Відбирають елітні рослини за оковимірним оцінюванням: попередньо відбирають рослини у фазі колосіння і позначають їх етикетками, потім ці рослини оглядають на початку дозрівання, бракуючи невдало відібрані; збирають рослини у фазі повної стиглості; кінцевий добір здійснюють за результатами лабораторного аналізу.

Добираючи елітні рослини зернових культур, звертають увагу на такі ознаки:

1) нормальний ріст для певних умов вирощування;

2) наявність кількох добре розвинених продуктивних колосів, які знаходяться приблизно в одному ярусі і одночасно дозрівають;

3) невелика кількість (або повна відсутність) недогонів;

4) стійкість до вилягання;

5) непоникнення колоса;

6) відсутність черезщерниці;

7) відсутність ураження хворобами і шкідниками.

Відібрані рослини детальніше аналізують у лабораторії, де визначають продуктивну кущистість, щільність колоса, кількість зерен у колосі і рослині, масу 1000 зернин, виповненість, вирівняність, забарвлення, форму зерна, ураження його хворобами і шкідниками.

Після закінчення аналізу всіх рослин слід зробити остаточний висновок щодо кожної рослини, тобто з'ясувати, насіння яких рослин залишити для висівання, а яких — забракувати.

Потім насіння відібраних рослин змішують і висівають у наступному році на одній ділянці. На цій ділянці так само проводять повторний добір. Зібране насіння після оцінювання висівають на загальній площі, де добір повторюється ще раз, і так доти, доки не одержать рослини, які за комплексом ознак і властивостей перевищуватимуть вихідні зразки, або поки не створять новий сорт з високими господарськими властивостями. Останнє стосується переважно перехреснозапильних культур, коли вихідне насіння є гібридним, а також місцевих сортів-популяцій.

Методом багаторазового масового добору було виведено відомі сорти озимого жита (Деснянка 2, Харківське 55, Харківське 60), гречки (Вікторія, Глорія, Чернігівська 185, Богатир), люцерни (Зайкевича, Зарниця, Райдуга) та інших культур.

Масовий безперервний добір (рис. 10.2) відрізняється від багаторазового тим, що його проводять з року в рік як постійно діючий чинник. Цей метод використовують багато селекційних установ з метою поліпшення сортів перехреснозапильних культур. Про ефективність такого добору можна судити за збільшенням вмісту олії в сортах соняшнику в результаті поліпшеного насінництва. Наприклад, у сорту Зеленка 368 вміст олії в ядрах сім'янок з 39,3 % у 1947 р. зріс до 53,0 % у 1970 р.

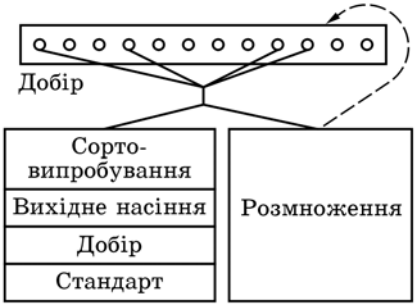


Рис. 10.2. Схема безперервного добору

Результати спрямованого безперервного поліпшення сортів реалізуються в сільськогосподарському виробництві щорічним сортооновленням. За даними конкурсного сортовипробування колишнього ВНДІОК і його станцій, у процесі насінництва при використанні безперервного масового добору у сортів соняшнику ВНДІОК 1646 за 20 років олійність підвищилася на 10,7 %, вихід олії — на 3,9 ц/га, у сорту ВНДІОК 6540 — відповідно на 9,9 % і 4,1 ц/га. Сорт Передовик був районований у 1960 р. За 8 років роботи з ним олійність підвищилася на 3 %, вихід олії — на 2,6 ц/га (В.С. Пустовойт, Т.Г. Плитнікова).

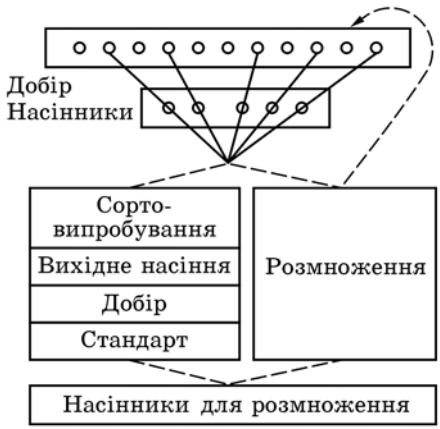


Рис. 10.3. Схема безперервного масового добору цукрових буряків

Безперервний масовий добір (рис. 10.3) застосовують для підтримування цукристості цукрових буряків, розмноження яких без безперервного масового поліпшувального добору призводить до регресії корисних властивостей сорту, зниження врожайності. Деякі сорти цукрових буряків уже після II – III репродукції знімали з виробництва. Враховуючи біологічні особливості, регресію корисних властивостей сортів, ВНІЦ разом з Верхнячською і Рамонською дослідними стан-

ціями ще в 60-х роках XX ст. розробили схему насінницького процесу з підтримувальним і поліпшувальним безперервним масовим добором (М.І. Орловський).

При масовому доборі важливо правильно організувати систему оцінювання відібраних рослин. Таке оцінювання слід проводити паралельно з добором, тобто зразки від кожного відібраного покоління потрібно порівнювати з вихідним матеріалом і кращим, найпоширенішим сортом (стандартом). Це порівняння здійснюють на окремій ділянці, де вихідне насіння, зразок добору і стандартний сорт висівають поряд, за однакових умов. Порівняння їх показує, як поліпшився сорт унаслідок добору.

Розглянемо позитивні властивості масового добору: масовий добір підтримує високу гетерозиготність, у результаті чого небажані рецесивні гени прикриваються своїми домінантними алелями; масовий добір дає змогу швидко поліпшити велику кількість матеріалу. Це можливо, якщо масовий добір спирається на популяції, в яких окремі генотипи підвищеної господарської оцінки легко виділяються за морфологічними ознаками, а також при вегетативному або апоміктичному насіннєвому розмноженні.

Недоліком цього методу є те, що при доборі на домінантну ознаку із гетерозигот відібраного матеріалу знову вищеплюватимуться небажані рослини з рецесивними ознаками, оскільки гомозиготні і гетерозиготні рослини за цією ознакою не відрізняються за зовнішнім виглядом.

Якщо масовий добір проводять за рецесивною ознакою, цей недолік не виявляється, а коли така рецесивна ознака ще й слабко модифікує, то у цьому разі позитивний масовий добір дає значні результати.

При масовому доборі більше, ніж при застосуванні інших методів, потрібні простота селекційних оцінювань і обмежена кількість оцінюваних ознак. У такому обмеженні доводиться поступатися тими ознаками, для оцінювання яких немає простих методів. Отже, масовий добір порівняно з індивідуальним відносно однобічний. Тому при його застосуванні потрібен прогноз можливої зміни комплексу інших ознак за неухильної мінливості тієї, яка особливо контролюється масовим добором, тобто слід знати основні кореляції вихідного матеріалу.

Масовий добір спрощується іноді до відбору не окремих рослин, а лише окремих органів (бульб, плодів, коренів). Це значно послаблює його генетичну ефективність, проте дає змогу охопити значну кількість матеріалу і одержати багато поліпшених добором нових поколінь.

У перехреснозапильних видів доцільно поєднувати масовий добір з методами контролюючого запилення, для чого розроблено два

основних методи: масовий добір при контролюючому запиленні і повторний (рекурентний) добір за фенотипом.

Масовий добір при контролюючому запиленні. Цей метод контролю запилення здійснюють перезапиленням виділених елітних рослин між собою. При контролюючому запиленні до початку цвітіння з вихідного матеріалу видаляють усі особини, які не відповідають цілям селекції чи насінництва, і перехресне запилення відбувається тільки між елітними рослинами. Цей метод використовував В.С. Пустовойт при розробленні схеми вирощування еліти соняшнику.

У насіннєвому розсаднику при вирощуванні еліти соняшнику висівали насіння (з резерву) кращих, за даними розсадника оцінювання потомств, номерів.

У цьому розсаднику проводять 3 – 4 прочищення (масовий негативний добір) і взаємне перезапилення між кращими номерами. Урожай з насіннєвого розсадника становив фонд насіння супереліти. Багаторічний досвід насінництва за цією схемою показав її ефективність.

Крім щорічного підвищення олійності і виходу олії з гектара було поліпшено також інші сортові ознаки: скорочено вегетаційний період, зменшено висоту стебла, підвищено стійкість до вовчка і молі.

Метод контролюючого запилення В.С. Пустовойт ввів і в схему селекції соняшнику, яка передбачає наявність розсадника спрямованого перезапилення «кращих з кращих» і попереднє розмноження. Використання цього методу в селекції і насінництві соняшнику дало можливість підвищити олійність ядра сучасних сортів-популяцій до 57 – 70 %.

Повторний (рекурентний) добір за фенотипом. Цей метод передбачає використання повторних рекомбінацій від схрещування відібраних кращих генотипів з метою підвищення концентрацій бажаних генів у популяції. Він забезпечує найвищий ступінь контролюючого запилення — *аутогамію.*

Виділені з популяції рослини піддаються самозапиленню, а наступного року кращі потомства C_1 схрещують між собою з метою створення нових рекомбінацій. Насіння від таких схрещувань змішують на загальній ділянці (C_1). Популяція C_1 є джерелом для виділення ліній за селективною ознакою. Такі цикли повторюють доти, доки ознака не виявиться максимально, тобто до зникнення ефекту добору.

Рекурентний добір за фенотипом застосовують при селекції кукурудзи на стійкість до хвороб і шкідників, до вилягання і ламкості стебла, на висоту прикріплення качана, підвищення вмісту жиру та інших речовин у зерні. Фенотиповий рекурентний добір ведуть також з метою створення ліній з двома качанами.

Індивідуальний добір. Під індивідуальним добором розуміють таку його форму, коли з вихідної популяції добирають найкращі особини і насіння від них не змішують. Потомство кожної елітної рослини вивчають окремо для перевірки генетичної цінності.

Індивідуальний добір з оцінюванням за потомством в історії селекції є рішучим кроком уперед. Селекціонери, які застосували його першими, виходили з того, що дійсна спадкова цінність відібраної окремої рослини може бути тією чи іншою мірою завуальована модифікацією. Тому доцільно перевіряти потомство кожної окремої рослини.

Історія виникнення методу індивідуального добору бере початок з трьох незалежних джерел: Л. Вільморен (Франція), П. Ширеф (Англія) і Я. Нільсон (Швеція).

Французький селекціонер Л. Вільморен (1856), який досяг значних успіхів у селекції цукрових буряків, дійшов висновку, що для підвищення результативності селекції слід вивчати потомство кожної окремої особини і сформулював свій «принцип ізоляції». В. Іогансен назвав свій принцип «принципом індивідуального оцінювання за потомством».

Ще раніше П. Ширеф дійшов аналогічного висновку, працюючи з пшеницею. Його увагу привернула одна особлива рослина (1819). Він розмножив її і вивів новий сорт. У своїй насінницькій роботі він керувався цим принципом і створив багато сортів, кожний з яких походив від одного колоса.

Найбільшого розвитку і наукового обґрунтування метод індивідуального добору досяг завдяки працям співробітників Свальофської селекційної станції, які найбільше удосконалили цей метод. Його назвали свальофським методом. У сучасному понятті основним завданням методу є розпізнавання спадкових властивостей відібраних особин від неспадкових, генотипових від фенотипових.

Нині більшість селекціонерів вважають, що індивідуальний добір є одним із найінтенсивніших методів селекції. Цим методом можна виділити рослини як за кількісними, полігенно зумовленими ознаками з низькою чи середньою успадковуваністю, так і за домінантними генотипами. Індивідуальний добір може бути одноразовий і багаторазовий.

Індивідуальний одноразовий добір полягає у тому, що з маси рослин на селекційній ділянці відбирають за певними ознаками кращі рослини. Після їх оцінювання та аналізу відібране насіння до висівання зберігається роздільно. На 2-й рік насіння від кожної відібраної рослини висівають роздільно (родинами) на окремих ділянках за однакових умов і врожай кожної родини порівнюють між собою та вихідною формою. З усіх родин для наступної роботи залишають ті, які найбільше задовольняють поставлені вимоги (рис.

10.4). Ці родини в межах сорту об'єднуються. Далі робота із залишеними родинами полягає в оцінюванні їх порівняльним випробуванням, розмножуванням і випуском у виробництво, якщо вони на всіх етапах селекційного процесу дають позитивні результати. Метод індивідуального добору найчастіше застосовують у селекційній роботі із самозапильними культурами, коли ставиться завдання поліпшення сорту за певними ознаками чи властивостями.

З вихідної популяції відбирають елітні рослини. Насіння кожної рослини збирають окремо, висівають у селекційному розсаднику, де добирають кращі й бракують гірші, порівнюючи родини із сортом-стандартом. Наступного року в контрольному розсаднику висівають кращі родини і проводять повторний їх добір. У такому самому порядку кращі номери передають у попереднє, конкурсне, а потім у

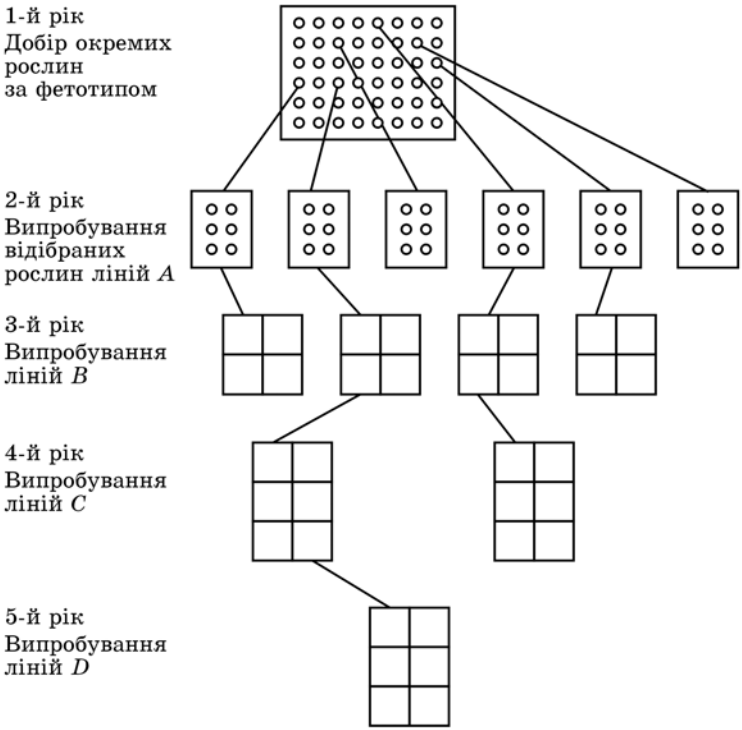


Рис. 10.4. Схема одноразового індивідуального добору самозапильних культур:

на ділянках, позначених кружечками, рослини вирощують індивідуально; прямокутники, поділені на 4 і 6 частин, відповідають випробуванню за продуктивністю в 4- чи 6-кратному повторенні (Х. Шмальц)

державне сортовипробування. Одночасно з випробуванням проводять попереднє розмноження кращих номерів.

З вихідної популяції відбирають елітні рослини (чисті лінії) для закладання селекційного розсадника. Селекційний розсадник містить, як правило, кілька сотень і навіть тисяч індивідуальних потомств. Імовірність виявлення крайніх варіантів за будь-якою ознакою збільшується при зростанні кількості досліджуваних номерів. Тому зрозуміле намагання селекціонерів ввести у селекційний розсадник найбільшу кількість чистих ліній. У середньому в селекційному розсаднику висівають 1000 – 5000 ліній. За такої кількості ліній виникають труднощі в оцінюванні. Тому в селекційних розсадниках дещо спрощене оцінювання без застосування таких складних методів, як точний хімічний аналіз, оцінювання технологічних властивостей. Тут добір не триває до виділення однієї або кількох кращих чистих ліній, а обмежується виділенням кількох десятків кращих ліній. Насіння, зібраного з рослин окремих кращих ліній, уже досить для висівання в кількох повтореннях у контрольному розсаднику.

У контрольному розсаднику проводять нове, ретельніше оцінювання потомства окремих чистих ліній. Серед них виокремлюють кілька кращих, які потім передають у сортовипробування. Якщо певні чисті лінії одержують позитивні оцінки в сортовипробуванні за ретельного оцінювання їх за всіма певними ознаками, наприклад такими, як борошномельні і хлібопекарські властивості пшениці й жита, технологічні властивості волокна у прядивних, то ці лінії передають для розмноження, а далі для виробничого і державного сортовипробування.

Метод одноразового індивідуального добору в селекції самозапильних культур зводиться до проведення через усі ланки селекційного процесу відібраних один раз елітних рослин.

Індивідуальний багаторазовий добір. Цей метод відрізняється від одноразового тим, що добір елітних рослин за родинами проводиться не один раз, а продовжується в поколіннях упродовж кількох років. Кінцевою метою такого методу є створення в результаті 3 – 4-річного добору такої форми рослин, яка б задовольняла селекціонера. Індивідуальний багаторазовий добір проводять так: у розсаднику вихідного матеріалу, в якому висіяні форми, добирають кращі рослини за уявленнями про майбутній сорт. Після ретельного оцінювання насіння з кожної відібраної рослини зберігають окремо під своїм номером. У наступному році це насіння висівають роздільно (родинами), але на одній ділянці. З кращих родин знову відбирають елітні рослини (гірші родини бракують). Зібране насіння зберігають роздільно і в наступному році знову висівають родинами.

З цих родин здійснюють черговий добір елітних рослин за ознаками, за якими його проводили попереднього року.

Цю роботу виконують упродовж кількох років доти, доки на якомусь етапі не виведуть родину з поліпшеними показниками. Така родина виділяється, розмножується і передається для всебічного оцінювання і вивчення в наступних розсадниках випробування.

Отже, основним в індивідуальному доборі є те, що від кращих родин відбирають найкращі рослини.

Добираючи елітні рослини і висіваючи їх насіння роздільно (родинами), можна спостерігати за поведінкою окремої родини, багаторазово оцінювати позитивні властивості й недоліки материнської рослини, тобто контролювати виділений матеріал за потомством. Це дуже важливо, оскільки ті ознаки, за якими добирали елітні рослини, або зовсім не успадковуються, або успадковуються в поєднанні з якимись негативними властивостями, що знижують господарську цінність родини.

Багаторазовий індивідуальний добір, який проводять упродовж багатьох років, може переходити в *безперервний*. При безперервному доборі робота, пов'язана з виділенням кращих рослин з певної родини, продовжується з покоління в покоління доти, доки ця родина не буде замінена іншою, продуктивнішою рослиною.

Зазначена різниця між багаторазовим і безперервним індивідуальним добором достатньою мірою умовна. Безперервний індивідуальний добір використовують у насінницькій роботі для підтримання позитивних сортових властивостей.

Методом індивідуального добору з природних популяцій виведено багато сортів самозапильних культур. У 1911 р. О.П. Шехурдін організував вивчення місцевих та закордонних сортів ярої пшениці і виявив серед них кращі: Полтавку і Селіванівський русак. За допомогою індивідуального добору з Полтавки він вивів сорти Лютесценс 62, Альбідум 604 та Альбідум 721.

З початку селекційної роботи в Україні застосовували метод прямого індивідуального добору з природних місцевих популяцій. Унаслідок цієї роботи такі найстаріші селекційні установи, як Харківська, Одеська, Миронівська дослідно-селекційні станції, вивели перші селекційні сорти озимої пшениці. На Миронівській селекційній станції в 1924 р. з Банатки виведено сорт Українка (М.І. Єремеев, В.Є. Желтевич, Л.І. Ковалевський), на Одеській селекційній станції з місцевого сорту Кримка — сорт Кооператорка, а з Банатки — сорт Земка (А.О. Сапегін). В.Я. Юр'єв на Харківській селекційній станції з місцевих сортів вивів сорт озимої пшениці Мільтурум 120, Еритроспермум 917, Феругінеум 1239. Методом індивідуального добору з місцевих популяцій було виведено сорти ячменю, вівса, гороху та інших культур.

На зміну сортам, створеним добором з місцевих форм, прийшли сорти, виведені в результаті сортополіпшувального добору серед селекційних сортів – спочатку лінійних, а потім і гібридних. Прикладом найвдалішого творчого використання цього методу є створення академіком П.П. Лук'яненком сорту озимої пшениці Безоста 1. Аналогічним методом було виведено сорт озимої пшениці Одеська 16.

Сучасні сорти часто створюють методом складної гібридизації з використанням найкращих сортів, тому метод внутрішньосортового індивідуального добору застосовують досить широко. Цим методом виведено сорт озимої пшениці Миронівська поліпшена (добір з Миронівської 808), індивідуальним добором із сорту Білоцерківська 198 створено сорти Львівська 1, Білоцерківська 20, Білоцерківська 198 поліпшена, Еритроспермум 520, Лютесценс 519, а з Безостої 1 — Іванівська 13, Луганська, Краснодонка. Методом гібридизації виведено також сорти вівса Кубанський, проса — Миронівське 51 тощо.

Нині у виробництві використовують сорти, створені індивідуальним добором із селекційних сортів: озимої пшениці (Дніпровська 846, Донецька 5); вівса (Кубанський); проса (Київське 87).

Клоновий добір. Індивідуальний добір у культур, які розмножуються вегетативно, називають клоновим. Розглянемо його на прикладі картоплі. Елітні рослини картоплі відбирають за три прийоми, оскільки негативні ознаки можна спостерігати в різні фази росту.

Перший добір проводять у фазі початку цвітіння за розвитком куща, відсутністю бактеріальних і грибних хвороб, ураженням вірусами з використанням таких методів, як серодіагностика рослин та імуноферментний аналіз.

Відібрані здорові, добре розвинені кущі відмічають і оглядають повторно наприкінці цвітіння, до відмирання бадилля. При цьому головну увагу звертають на виявлення кущів, уражених кільцевою гниллю, чорною ніжкою та іншими хворобами. У цей самий період можуть з'являтися ознаки ураження вірусними хворобами. Хворі кущі вилучають із добору.

У період збирання проводять заключний добір з кущів, що залишилися. Кущі викопують і бульби викладають у ямки. Потім оглядають кожну ямку і відбирають гнізда з найбільшою кількістю бульб товарної крупності (масою 50 г і більше) без ознак захворювання. Відібрані від кожної рослини бульби зберігають у поліетиленових перфорованих пакетах і висаджують наступного року окремо, тобто бульби від кожного куща висаджують рядками під своїми номерами. Цей метод застосовують для одержання елітного садивного матеріалу і в селекційній практиці, коли завданням є виведення нового сорту.

Навесні перед садінням відібрані клони оглядають. Ті, що мають ознаки хвороби, бракують. Бульби першого і наступних поколінь кожного клону садять під своїм номером в один рядок по 12 – 20 шт. Через кожні 5 – 10 рядків клонів для порівняння висаджують стандарт.

Упродовж вегетаційного періоду проводять фенологічні спостереження і бракування клонів, уражених вірусними та іншими хворобами.

На 2-й рік залежно від кількості відібраних бульб садіння проводять у 2 – 4 рядки по 30 бульб. Повторюють відбір кращих у межах клону кущів, бульб та бракують хворі й слаборозвинені. Урожай обліковують по всіх кущах, а на зберігання залишають бульби лише від кращих відібраних кущів.

Бульби з кращих кущів у межах клону змішують. На 3-й рік повторюють цю саму роботу, проте на більших ділянках: 35 кущів у 6-кратному повторенні із стандартом через кожні 10 – 15 рядків. Бракують хворі і слаборозвинені кущі. Для наступної роботи залишають тільки такі клони, які мають високі показники впродовж усіх років випробування і не уражені вірусними та іншими хворобами.

Індивідуальний добір у перехреснозапильних культур. Популяція перехреснозапильних культур характеризується тим, що безперервне схрещування між біотипами, які входять до її складу, зумовлює широкий обмін спадковою інформацією між ними, затримує перехід у гомозиготний стан і фенотипове виявлення рецесивних генів, сприяє накопиченню в генофонді популяції рецесивних летальних і напівлетальних генів. У батьківської рослини ці гени в гетерозиготному стані не виявляють шкідливої дії, а у чверті потомства переходять у гомозиготний стан, що виявляється фенотипово через послаблення їх життєздатності або загибель.

У популяціях перехреснозапильних культур постійно підтримується гетерозиготність, тому одноразовим індивідуальним добором виділити елітні рослини практично неможливо.

Селекційною практикою розроблені й застосовуються в роботі з перехреснозапильними культурами такі варіанти індивідуального багаторазового добору: індивідуально-родинний і родинно-груповий.

Індивідуально-родинний добір (рис. 10.5) проводять за такою схемою: насіння кожної елітної рослини висівають родинами ізольовано одну від одної. За таких умов перезапилення відбувається лише в межах родини. Щоб запобігти погіршенню потомства від перезапилення з гіршими рослинами, їх видаляють з родини до цвітіння. У кожній родині проводять повторний добір елітних рослин, за винятком родин, вибракуваних через хвороби, недостатній розвиток тощо. Насіння відібраних рослин знову висівають ізольовано родинами і знову в межах родини здійснюють добір.

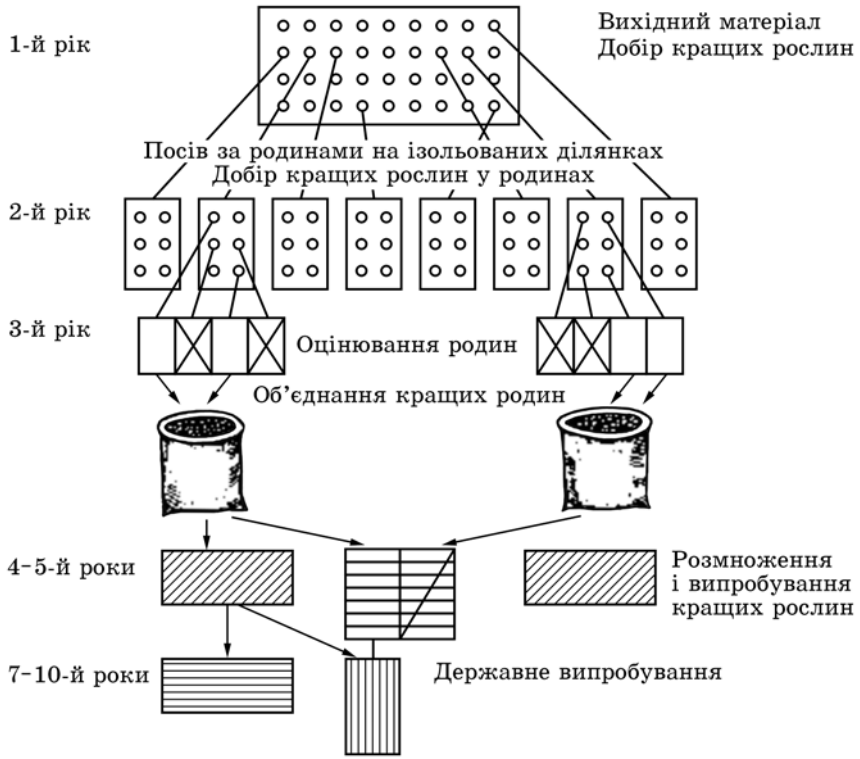


Рис. 10.5. Схема індивідуально-родинного добору

Так повторюють упродовж багатьох років. Досвід показує, що такий спосіб добору досить швидко посилює й закріплює ті ознаки, за якими його проводять. Негативною ознакою цього методу є те, що за тривалого його застосування виявляється депресія ознаки інбридного виродження, тобто зниження продуктивності рослин. Проте завдяки простоті виконання цей метод дуже поширений і дає позитивні результати. Цим методом виведено сорти озимого жита Харківське 55, Вересань, Нива; гречки — Крупинка, Майська, Глорія.

Родинно-груповий добір полягає в тому, що насіння з відібраних кращих рослин висівають не ізольовано, а групами, які формують за схожими морфологічними ознаками по кілька родин у кожній групі (рис. 10.6). У межах кожної групи родини висівають окремо на одній ізольованій ділянці, а групу від групи висівають на певній відстані, щоб не відбулося перезапилення між ними. Оскільки

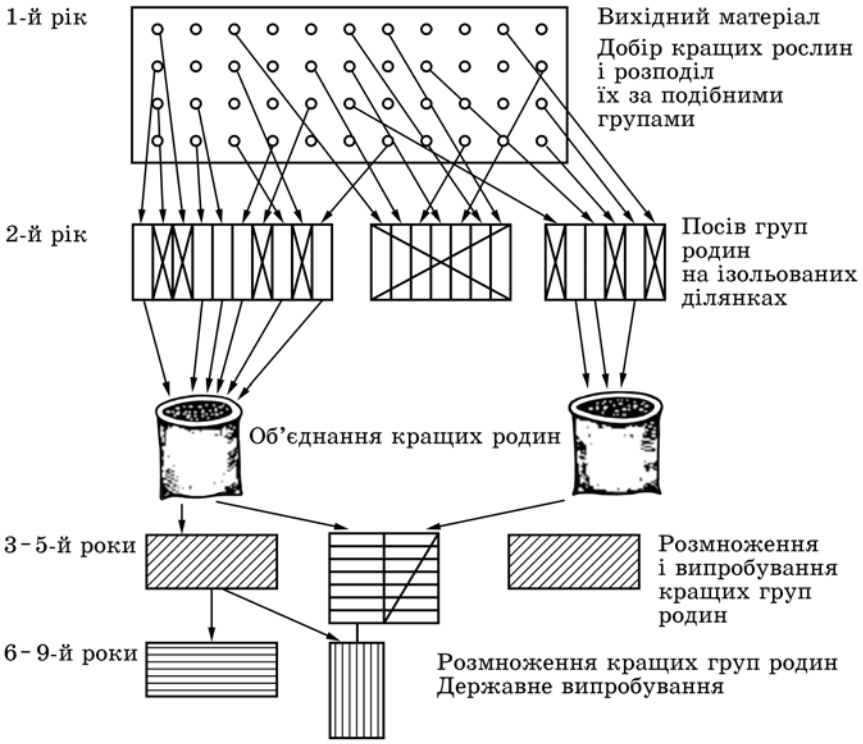


Рис. 10.6. Схема родинно-групового добору

до кожної групи добирають родини, подібні за господарськими і морфологічними ознаками, вони є досить багатими в спадковому відношенні популяціями. Тому навіть тривале перезапилення рослин у межах таких груп не призводить до депресії внаслідок спорідненого перезапилення. Посилення і накопичення ознак, за якими проводять добір, а також формування вирівняного потомства за господарськими і морфологічними ознаками, залежать від вирівняності родин, які входять до складу тієї чи іншої групи. Проте воно відбувається значно повільніше, ніж за індивідуально-родинним методом добору. З використанням багаторазового родинно-групового добору створено сорти жита (Харківське 60), гречки (Астра, Лілея), цукрових буряків (Ялтушківський однонасінний 30) та інших культур.

Метод половинок, або *залишків,* характеризується тим, що при його застосуванні контролюють властивості не лише материнських, а й чоловічих рослин.

У найпоширенішому варіанті метод половинок застосовують з висіванням їх у різні роки. При цьому добір проводять інтенсивніше, оскільки після проведення у 1-й рік оцінювання висівають кращі родини, а решта в перезапиленні участі не бере. Технічно цей метод здійснюють так: одну частину насіння від кожної відібраної рослини висівають у селекційному розсаднику, а другу зберігають у резерві. Насіння кращих потомств, що виділилися в селекційному розсаднику, наступного року для сівби не використовують унаслідок перезапилення їх з невідомими чоловічими формами. Селекційний розсадник у наступному році засівають насінням резервних половинок. На 3-й рік у селекційному розсаднику висівають насіння поло-

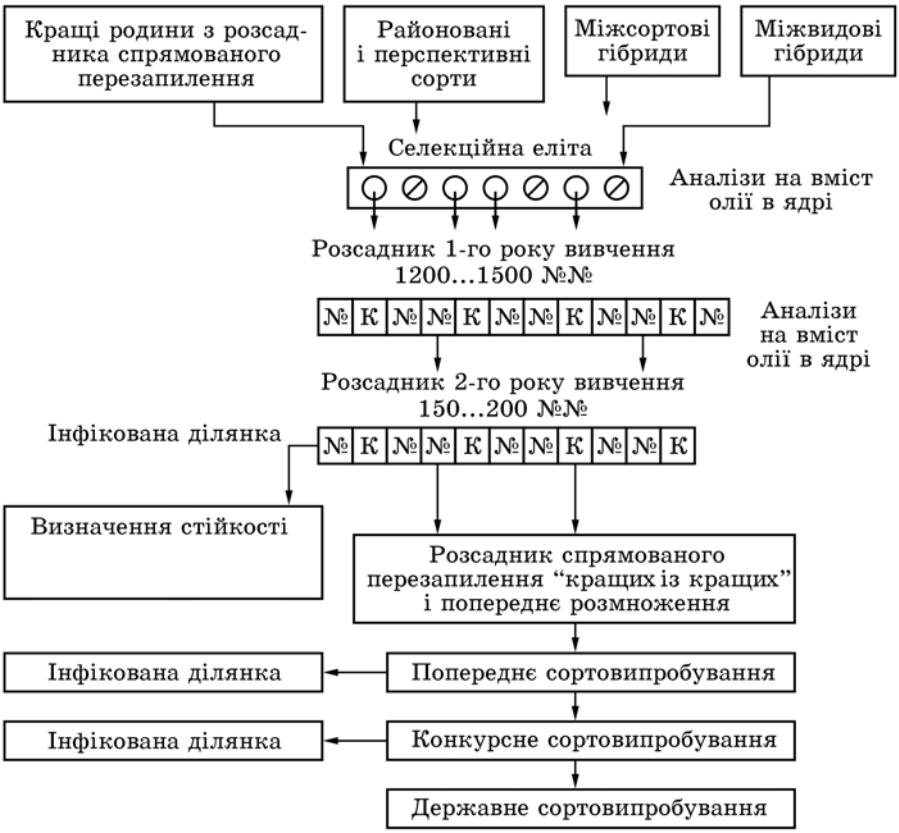


Рис. 10.7. Схема індивідуально-родинного добору соняшнику методом половинок

винок урожаю тих рослин, потомство яких у попередньому році було кращим. З кращих зібраних рослин знову збирають насіння, розділяючи його на дві частини, і т.д. (рис. 10.7).

Цим методом виведено сучасні районовані сорти соняшнику Одеський 83, Харківський 50, Лідер тощо.

Контрольні запитання і завдання

1. Яку роль відіграв добір у створенні сортів культурних рослин? **2.** Викладіть класифікацію методів добору. **3.** У чому полягає суть масового добору? **4.** Які позитивні ознаки має індивідуальний добір? **5.** Які особливості в схемах індивідуального добору у самозапильних, вегетативно розмножуваних і перехреснозапильних культур?

Розділ 11

МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

11.1. Основні принципи оцінювання селекційного матеріалу

Під оцінюванням селекційного матеріалу розуміють урахування господарських ознак і біологічних властивостей, які характеризують цінність певного сорту. Результати оцінювання селекційного матеріалу порівнюють із стандартом — кращим із реєстрованих сортів.

Оцінювання сортів — досить складний і тривалий процес. Селекційний матеріал доводиться оцінювати одночасно за багатьма ознаками. Різноманітність ознак, які потрібно оцінити, потребує застосування різних методів, які можна поділити на три групи.

Методи польового оцінювання, за допомогою яких оцінюють особливості сорту та розвитку рослин у польових умовах, їх вимоги до технології тощо. Цими методами оцінюють також продуктивність рослин, їх відношення до несприятливих умов вирощування, шкідників, хвороб та стресових чинників.

Лабораторно-польові методи оцінювання, при застосуванні яких дані польового оцінювання доповнюють лабораторними дослідженнями, що передбачають крім кількісних установити також якісні характеристики селекційного матеріалу, який вивчається. Наприклад, урожайність визначається польовим методом, а якість урожаю (вміст білка, крохмалю тощо) — лабораторними.

Лабораторні методи оцінювання полягають у з'ясуванні біохімічних і фізіологічних особливостей рослин, пов'язаних зі стійкістю до хвороб і шкідників, несприятливих умов тощо. Наприклад, за вмістом цукрів у вузлі кущіння озимої пшениці можна ще восени робити висновки про її зимостійкість.

Технологічне оцінювання, яке здійснюють також лабораторними методами, передбачає виявлення технологічних особливостей культури при виготовленні кінцевого продукту (борошномельні та хлібопекарські властивості пшениці, смак бульб картоплі тощо).

Польові і лабораторно-польові методи оцінювання поділяють на прямі, побічні та провокаційні.

Прямі методи полягають у тому, що рослини за тими чи іншими ознаками і властивостями оцінюють безпосереднім оглядом їх, вимірюванням, підрахунком, зважуванням. Наприклад, щоб оцінити сорти за продуктивністю, їх потрібно виростити до повної стиглості,

зібрати врожай і зважити його. За прямим методом оцінювання зимостійкості підраховують кількість рослин озимих культур на ділянці пізно восени і рано навесні, коли рослини відновлюють ріст. Різниця між осіннім і весняним підрахунками, тобто кількість рослин, які вижили, виражена у відсотках, характеризуватиме певний сорт за зимостійкістю.

Побічні методи передбачають оцінювання рослин за певною ознакою або властивістю за допомогою іншої ознаки чи властивості, між якими існує залежність.

Провокаційні методи оцінювання полягають у тому, що для визначення окремих властивостей (зимостійкість, стійкість до хвороб чи шкідників, посухостійкість тощо) штучно створюються несприятливі умови, за яких проводять порівняльне оцінювання сортів за певною властивістю.

11.2. Оцінювання рослин за тривалістю вегетаційного періоду

Оцінювання рослин здійснюють за допомогою фенологічних спостережень. При цьому у зернових відмічають фази сходів, кущіння, виходу в трубку, колосіння, цвітіння і дозрівання. Під час проведення фенологічних спостережень відмічають дату настання відповідної фази. За початок беруть день, коли 10 % рослин вступають у цю фазу, за повну фазу, коли вступають 75 % рослин.

Сходи зернових культур і злакових трав відмічають за появою першого листка, сходи гречки, соняшнику, льону, конюшини і люцерни — сім'ядольних листочків, сходи інших культур — перших поодиноких листків.

Кущіння зернових хлібів і злакових трав відмічають, коли із піхви листка головного стебла з'являються верхівки скручених у трубочку листочків бічних пагонів. Під виходом у трубку розуміють відособлення стебла, яке супроводжується подовженням нижнього міжвузля. Початок виходу в трубку в зернових культур встановлюють прощупуванням нижнього вузла стебла на висоті 1,5 – 3,0 см над поверхнею ґрунту.

Колосіння жита, пшениці, ячменю відмічають, коли колос наполовину вийшов з піхви верхнього листка.

Цвітіння жита встановлюють при викиданні назовні пиляків у 75 % колосків. Початок цвітіння кукурудзи відмічають, коли розпочинають пилити пиляки. Цвітіння решти хлібів не відмічають, оскільки воно закритого типу.

У злакових хлібів при дозріванні відмічають молочну, воскову і повну стиглість. Молочна стиглість настає, коли зерна повністю сфор-

мовані, але колір їх зелений і вони заповнені густим молочно-білим соком, воскова — коли зерно при надавлюванні нігтем м'яко ріжеться, повна — коли зерно стає твердим.

11.3. Оцінювання за продуктивністю

Продуктивність — це основна ознака, яка характеризує господарську цінність сортів. Урожай з одиниці площі визначається добутком продуктивності на середню кількість рослин. На початку селекційного процесу оцінюють елітні рослини та їхні потомства тільки за продуктивністю рослин, тобто за елементами врожаю.

Крім оцінювання селекційного матеріалу за елементами структури врожаю, в контрольному розсаднику, в попередньому, конкурсному і виробничому сортовипробуванні його оцінюють за врожайністю з одиниці площі. Розглянемо методи оцінювання врожаю.

За ***методом суцільного обліку*** з усієї облікової ділянки збирають рослини, обмолочують їх. Урожай зважують, роблять відповідний запис у відомості. Цей метод можна застосовувати на ділянках будь-якого розміру.

Метод суцільного обліку застосовують при збиранні врожаю селекційними малогабаритними комбайнами. Дані з кожної ділянки потребують уточнення у зв'язку з підвищеною вологістю і засміченістю. Для цього від кожного сорту беруть зразок зерна (1 кг), визначають вологість, роблять перерахунок на 14%-ву вологість, а також визначають масу 1000 зернин, натуру, чистоту тощо.

Метод пробних ділянок можна застосовувати на різних культурах, коли сортовипробування проводять на порівняно великих ділянках. Площа пробної ділянки становить від 1 до 5 $м^2$. Кількість їх на ділянці залежить від її розміру та вирівняності посіву. На ділянках площею 500 – 1000 $м^2$ беруть, як правило, 20 пробних ділянок розміром 1 $м^2$.

Рослини з пробних ділянок скошують і зв'язують у снопи, які зважують, а потім просушують до сталої маси, обмолочують, зерно очищають і зважують.

Знаючи загальну площу пробних ділянок, масу снопів і очищеного зерна, легко обчислити урожай соломи і чистого зерна з усієї площі ділянки. Урожайність з 1 га є головним показником, який при порівнянні з іншими сортами та стандартним сортом дає змогу дійти висновку про господарську цінність сортів, що вивчаються за продуктивністю.

Проте визначення загального врожаю ще не досить для повної характеристики сортів. Тому проводять аналіз структури врожаю за пробними снопами. Для цього беруть зразки рослин: з малих ді-

лянок по 10 – 25, з великих (50 – 100 м^2) не менше ніж 100 рослин з корінням без вибору, рівномірно з усієї площі.

Крім прямих методів оцінювання селекційного матеріалу за продуктивністю використовують також побічні. Ф.Г. Кириченко розробив спеціальний метод вивчення, оцінювання і добору селекційного матеріалу на врожайність за ***розвитком кореневої системи.*** Насіння висівають у спеціальні скляні циліндри з розчином Кнопа на спеціальні металеві підвіски. Кращі рослини з найбільш розвиненою кореневою системою пересаджують у ґрунт для подальшої селекційної роботи.

При виведенні сортів зернових культур інтенсивного типу значну увагу приділяють такому фізіологічному показнику, як фотосинтетична продуктивність. Продуктивність фотосинтезу залежить від площі фотосинтезувальних органів, здебільшого листя, а також від тривалості їх функціонування. Має значення форма листків та їх розміщення в просторі.

Установлено також, що вища інтенсивність фотосинтезу (Я. Леллі, 1980) спостерігається в остистих колосах.

До сучасних сортів зернових культур ставиться ще одна важлива вимога, пов'язана з розподілом продуктів фотосинтезу між зерновою і незерновою частинами врожаю. Відомо, що у високорослих форм пшениці частка зерна в загальному врожаї становить близько 40 %, а відношення зерна до соломи 1 : 1,5. Короткостеблові сорти інтенсивного типу мають підвищену частку зерна в урожаї, а відношення зерна до соломи приблизно 1 : 1.

11.4. Оцінювання зимостійкості

Зимостійкість є однією з найважливіших біологічних властивостей озимих культур. Незважаючи на значні успіхи в селекції, більшість сортів озимих культур все ще недостатньо стійкі до несприятливих умов зимівлі.

Ознака зимостійкості дуже складна. Вона передбачає стійкість до тих чинників, які призводять до загибелі озимих під час зимівлі: низькі критичні температури, відлиги, льодяна кірка, випирання, випрівання, вимокання, фізіологічна посуха. Залежно від географічної зони і погодних умов року ці чинники можуть бути комбінованими.

Під зимостійкістю в широкому значенні розуміють здатність рослин переносити несприятливі умови зимового і ранньовесняного періоду. Зимостійкість оцінюється прямими і побічними методами.

Прямі методи оцінювання. ***Оковимірне оцінювання перезимівлі.*** Навесні, коли живі рослини можна відрізнити від загиб-

лих, послідовно оглядають один за одним усі селекційні номери і сорти по всіх повтореннях, оцінюючи на око перезимівлю їх за дев'ятибальною шкалою.

Якщо посіви після виходу з-під снігу мають строкатий вигляд через нерівномірність випадання рослин (плямами, лисинами), то слід використовувати роздрібнене оковимірне оцінювання для весняного підрахунку стану посіву. Для цього ділянку розбивають уздовж на квадратні майданчики. Кожний майданчик оцінюють за дев'ятибальною шкалою, а потім суму балів ділять на кількість майданчиків. Добуте число є середнім балом оцінювання стану рослин на всій ділянці.

Метод прямого підрахунку рослин широко застосовують у сортовипробуванні. Рано навесні підраховують живі й мертві рослини на пробних ділянках (ширина пробної ділянки 2 рядки, довжина 0,5 – 1,0 м). Живі рослини мають зелене забарвлення і вторинні корінці білого кольору. За результатами обліку виводять відсоткове відношення живих і загиблих рослин.

Метод відрощування зразків рослин. Для визначення стану озимих посівів у зимовий період з поля періодично беруть проби і поміщають їх у тепле приміщення для відрощування.

Зразки для відрощування беруть у розширеному та конкурсному випробуваннях і посівах розмноження. У розширеному та конкурсному випробуваннях зразки беруть з кінцевих захисних смуг з двох несуміжних повторень.

Зразки відбирають 25 січня і 23 лютого. За несприятливих метеорологічних умов, які можуть спричинити пошкодження посівів, слід додатково взяти проби через 10 діб після виявлення несприятливого чинника.

Зразки для відрощування беруть у вигляді монолітів завдовжки (вздовж рядка посіву) 25 – 30 см, завширшки 2 суміжних рядки і завглибшки не менше ніж 20 см.

Зразки вміщують у пронумеровані дерев'яні ящики відповідних розмірів. Ящики з монолітами потрібно тримати перші 2 – 3 доби в приміщенні за температури 5 – 10 °С. Після відтавання монолiти переносять на 12 діб у світле приміщення з температурою 18 – 20 °С.

Підрахунок результатів проводять на 15-ту добу після взяття зразків у полі.

Описуючи моноліт, відмічають фазу розвитку рослин, їхній зовнішній вигляд, пошкодження сніговою пліснявою чи якимось шкідником. Установлюють і записують основні причини загибелі рослин (вимерзання, вимокання, випрівання тощо).

Для швидкого визначення стану посіву озимих культур застосовують прискорені методи відрощування.

Із застосуванням тетразолу в установлені терміни беруть зразки рослин на захисних смугах. Кількість рослин у зразку має наближатися до їх кількості в моноліті.

Зразки рослин розморожують у холодній воді або в приміщенні за температури 8 – 10 °С, потім рослини відмивають, відрізають у них корені і листя на відстані 3 – 5 мм від основи вузла кущіння.

Відрізані вузли кущіння переносять у чашку Петрі, заливають 0,5%-м розчином тетразолу і вміщують на годину в термостат при 40 °С. Якщо термостата немає, то чашки Петрі з вузлами кущіння закривають темним матеріалом і залишають у кімнаті на 4 год. Після цього підраховують кількість живих і загиблих рослин та їх відсоткове відношення.

У живих рослин конус наростання забарвлюється у вишнево-червоний або червоний колір, у загиблих — не забарвлюється.

Без застосування тетразолу (метод Донського НДІСГ) моноліти переносять у тепле приміщення, розморожують, відмивають рослини від ґрунту і на відстані 1 см від вузла кущіння зрізують листя і корені. Вузли кущіння переносять у скляну банку на змочену у воді вату, марлю або фільтрувальний папір. Банку закривають для створення вологості і ставлять на 12 – 24 год у тепле місце з температурою 24 – 26 °С. Після цього у живих рослин спостерігається ріст стебел і коренів. За цією ознакою визначають живі й загиблі рослини і обчислюють відсоток загиблих рослин від загальної кількості рослин у зразку.

Метод оцінювання морозостійкості при штучному промороженні. Ящики розміром (40 × 30 × 10 см) набивають просіяною землею і встановлюють на вегетаційному майданчику. Висівання проводять на 2 – 3 доби пізніше від оптимальних строків. У ящик висівають 5 або 6 сортів (по 2 рядки), в тому числі стандарт (контрольний) відповідно до рендомізованого розміщення.

Для кожного строку проморожування визначають критичну температуру проморожуванням рослин сортів-класифікаторів за трьох температур, що наближаються до критичної, з інтервалом 2 – 3 °С. Наприклад, у період максимального розвитку морозостійкості рослини озимої пшениці проморожують при –18, –20, –22 °С, озимого жита — при –19, –22, –25 °С, озимого ячменю — при –14, –16, –18 °С.

Три ящики з сортами-класифікаторами поміщають у камери одночасно. Проморожування починають з температури на глибині вузла кущіння. Швидкість зниження температури –2 °С/год до досягнення температури проморожування. За заданої температури ящики витримують упродовж доби. Після закінчення проморожування температуру в камерах підвищують приблизно на 2 °С/год, а потім ящики переносять у теплицю на відрощування за температури 18 і 20 °С та при 16-годинному освітленні. Через добу рослини зрізують

на висоті 3 – 4 см від поверхні ґрунту так, щоб залишилися листкові пластинки 1 – 2 см завдовжки, і підраховують загальну кількість рослин кожного зразка. Через 8 – 10 діб оцінюють стан рослин і на підставі цього вибирають критичну температуру.

Провокаційні методи. Якщо вивчають небагато сортів, то їхню зимостійкість оцінюють, штучно створюючи безсніжність або снігонагромадження. Для цього на половині площі ділянок усіх сортів після кожного снігопаду зчищають сніг або, навпаки, покривають ним ділянки для оцінювання стійкості рослин до випрівання. Половина ділянок кожного сорту з природним снігонагромадженням є контрольними. Так само створюють штучну льодяну кірку, поливаючи водою частину площі під досліджуваними сортами.

Сівба на схилах. Схили полів у напрямку вітрів, що панують у певній місцевості, можна використати як природний провокаційний фон для оцінювання морозостійкості сортів. Сніг на таких місцях постійно здувається, глибина його шару невелика, тому висіяні тут сорти зазнають впливу низьких температур.

Провокаційні методи оцінювання стійкості до випрівання. *Польовий метод.* Сорти, що вивчаються, висівають у полі в оптимальні строки. Через 10 – 15 зразків висівають сорт-диференціатор.

З настанням стійкого переходу середньодобової температури повітря через 0 °С ділянки з рослинами накривають плитами пінопласту 5 або 10 см завтовшки, які закріплюють металевими гачками.

Навесні, з настанням стійкого переходу середньодобової температури повітря через 0 °С, плити пінопласту знімають з ділянок і оцінюють пошкодження рослин сніговою пліснявою за дев'ятибальною шкалою: 0 — плісняви немає; 9 — всі рослини уражені грибом.

З відновленням активної вегетації визначають кількість живих рослин та їх відношення до загальної кількості рослин, які ввійшли в зиму. Порівнянням добутих даних із даними по сортах-диференціаторах установлюють ступінь стійкості досліджуваних сортозразків до умов вирощування.

Вегетаційний метод оцінювання. Сорти, які випробовують, висівають у вегетаційні посудини або ящики в оптимальні строки. Одночасно висівають 3 – 4 сорти-диференціатори з відомим рівнем стійкості. З моменту висівання до припинення вегетації посудини (ящики) залишають на стелажах у природних умовах.

При припиненні вегетації посудини (ящики) з рослинами (залишають 3 – 4 рослини на 1 кг ґрунту) вміщують у кліматичні або терморегульовані камери з таким режимом: температура повітря в межах 0 – 2 °С, відносна вологість повітря 90 – 100 %, цілковита тем-

рява. Одночасно на стандартних сортах визначають ступінь загартування рослин перед закладанням у камери. Проморожування проводять ступінчасте, з інтервалом 2 – 3 °С у низькотемпературних камерах.

Через 90 – 150 діб перебування в камерах рослини переносять у теплицю для відрощування. Перед цим оцінюють ураження рослин сніговою пліснявою за дев'ятибальною шкалою. Через 3 – 4 доби відрощування підраховують живі та загиблі рослини. За відсотком рослин, які збереглися, порівняно з сортами-диференціаторами визначають ступінь стійкості до випрівання.

Методи оцінювання стійкості озимих культур до вимокання. *Лабораторний метод.* Затоплення насіння проводять у фарфорових або скляних посудинах. Насіння (100 шт.) кожного сорту занурюють у воду, шар якої не перевищує 3 – 4 см, за температури 22 – 24 °С. Через 3 – 4 доби (залежно від температури) насіння виймають з води і вміщують у ростильні. Через 6 – 7 діб підраховують кількість нормально розвинених проростків. Повторність визначення 4 – 5-кратна.

Методи оцінювання стійкості озимих культур до льодяної кірки. При оцінюванні вегетаційним і вегетаційно-лабораторним методами, які застосовуються в Інституті фізіології рослин і генетики АН України, рослини вирощують у посудинах Вагнера.

Вегетаційний метод. Цей метод дає змогу отримати дані про вплив льодяної кірки на життєздатність і продуктивність досліджуваних сортів. Проте він має істотні недоліки: неможливість регулювання температурного режиму, а отже, й тривалості дії льодяної кірки.

Ці недоліки усувають поєднанням вегетаційного досліду з використанням холодильних камер, в яких рослини зазнають дії льодяної кірки за заданих температур і тривалості, після чого їх переносять на відрощування в умови вегетаційного будиночка або теплиці.

Вегетаційно-лабораторний метод. У зимовий період посудини з рослинами переносять у холодильну камеру з температурою –3 °С. Частину їх заповнюють водою для утворення на поверхні ґрунту льодяної кірки. Друга частина посудин є контрольною. За цього температурного режиму рослини залишають на 20 – 30 діб. Потім температуру підвищують до 5 – 8 °С і підтримують її на такому рівні до повного танення льодяної кірки. Ґрунт у контрольних посудинах поливають такою кількістю води, яка була використана при створенні льодяної кірки в дослідному варіанті. Рослини відрощують за температури 18 – 20 °С упродовж 20 – 35 діб, потім обліковують ступінь їх пошкодження.

Польовий метод. Цей метод визначення дії льодяної кірки на посівах озимих культур уперше ще у 30-ті роки XX ст. розробив

М.І. Салтиков. Льодяну кірку створювали поливом невеликих ділянок водою в зимовий період.

Польовий метод визначення стійкості рослин до льодяної кірки істотно вдосконалив Ю.П. Шалін із співробітниками у Миронівському інституті пшениці. Вони застосували обмежувачі розтікання води по поверхні ґрунту — дерев'яні рами $100 \times 100 \times 12$ см, які встановлювали на дослідній ділянці перед початком зими. Нижні частини рами на 3 – 4 см заглиблюють у ґрунт. Льодяну кірку завтовшки до 2 см створюють у середині січня — на початку лютого. Систематично реєструють температуру ґрунту на глибині 2 – 3 см, обліковують тривалість залягання льоду, стан посіву після його танення і до формування врожаю.

Побічні методи оцінювання зимостійкості. Не всі селекційні заклади мають холодильні установки. Тому для попереднього визначення морозостійкості можна оцінювати її непрямими методами: за анатомо-морфологічними ознаками, біохімічними і фізіологічними показниками.

Розмір клітин. Морозостійкі сорти характеризуються меншими розмірами клітин і більшою щільність тканин у вузлах кущіння.

Зазначимо, що чим менше відношення поверхні клітин до об'єму, тим вищий і стабільніший її енергетичний рівень. Морозостійкість таких сортів вища.

Диференціація конуса наростання. Морозостійкість відповідає певним етапам органогенезу рослин. На перших етапах органогенезу відбувається адаптування до зовнішніх умов, і в рослин формується висока морозостійкість. Тому за диференціацією конуса наростання на початку зимового періоду можна орієнтовно дійти висновку про морозостійкість сорту. Морозостійкі форми озимої пшениці перебуватимуть на першому етапі, менш морозостійкі — на другому, а маломорозостійкі — в кінці другого – на початку третього етапу органогенезу.

Метод оцінювання морозостійкості за забарвленням живих та мертвих тканин. Після відтавання рослини ставлять на добу у воду. З кожного вузла кущіння роблять 2 – 3 поздовжніх зрізи, потім рослини забарвлюють у слабкому 0,025%-му розчині нейтральроту 15 хв і переносять на 30 хв у 2 N розчин сахарози. Живі клітини мають чітко виражений плазмоліз, мертві його не мають.

Біохімічні методи. Морозостійкість рослин можна визначити за такими фізіологічними та біохімічними показниками, як вміст зв'язаної води, інтенсивність дихання у зимовий період, вміст різних фракцій білка і високоенергетичних сполук, активність ферментів.

Вміст цукрів. Між зимостійкістю та інтенсивністю накопичення цукрів існує пряма залежність, тобто за однакових умов най-

більш морозостійкими будуть ті сорти, в рослинах яких більше накопичилося цукрів у вузлах кущіння перед входженням у зиму. Щоправда, при різкому похолоданні та короткому періоді осінньої вегетації між морозостійкістю і вмістом цукрів у вузлах кущіння відповідності може й не бути. Вміст цукрів у вузлах кущіння визначають за методом Х.М. Починка або Г. Бертрана.

Концентрація клітинного соку у вузлах кущіння на початку зимового періоду у морозостійких сортів вища. Визначають її за допомогою рефрактометра після настання від'ємних температур.

Застосовують також інші методи, зокрема активність ферменту β-фруктофуранозидаз, структуру і функції мітохондрій.

11.5. Оцінювання посухостійкості

В Україні посухи часто зазнають південні області, хоча частково вона поширюється й на Лісостепову зону, а іноді й на Полісся. Посуха буває трьох видів: ґрунтова, атмосферна та комбінована.

Для оцінювання стійкості селекційного матеріалу до посухи застосовують прямі, провокаційні та побічні методи.

До прямих методів належить польовий, коли посухостійкість визначають за ступенем зниження врожаю сортів у посушливі роки. При цьому не ставлять спеціальних дослідів. Оцінювання проводять у тих самих розсадниках, де випробовують сорти. При настанні посухи у рослин відмічають швидкість і ступінь втрати тургору, ступінь відмирання листя. При настанні вологої погоди прискорюється відновлення тургору, з'являються нові листки. Ці спостереження пов'язують з урожайністю. Порівнюючи врожайність сортів за різні роки, можна дати ймовірну оцінку їх посухостійкості.

Метод обліку приросту сухої речовини є побічним, що характеризує посухостійкість сортів. На посівах кожного сорту беруть зразки (по 50 – 100 рослин злакових, по 5 – 10 кущів картоплі) і визначають приріст сухої речовини через кожні 5 – 10 діб. Приріст сухої речовини впродовж тривалого часу за зміни температури, відносної вологості повітря і вологості ґрунту може досить точно характеризувати відносну посухостійкість порівнюваних сортів.

Метод оцінювання розвитку кореневої системи. Добрий розвиток, глибина проникнення в ґрунт, розгалуження кореневої системи — важливі показники посухостійкості рослин. Кореневу систему вивчають різними методами. Один із них — метод порівняльного оцінювання розвитку кореневої системи безпосередньо в полі, по вертикальній стінці спеціально викопаної канави. Коріння відмивають водою за допомогою ранцевого обприскувача. Оцінюють у балах або цифрах, підраховують кількість коренів на певній площі вертикальної стінки канави.

Метод засушників. Недоліком польового методу є те, що погодні умови в роки випробування можуть бути несприятливими для оцінювання цієї ознаки. Тому для визначення стійкості до ґрунтової посухи застосовують спеціальні засушники. Для цього вибирають невелику ділянку, обкопують навколо невеликою канавою і роблять дерев'яний або металевий каркас, на якому закріплюють брезент або плівку. В суху погоду покриття знімають, перед дощем знову закріплюють на каркасі. В засушнику сорт і стандарт висівають рядками. Упродовж вегетаційного періоду визначають вологість ґрунту в засушнику та поза ним не менше ніж три рази. Для цього зразки ґрунту беруть з різних місць і глибин.

У засушнику поступово виникає ґрунтова посуха. Рослини перебувають у природних умовах, завдяки чому посухостійкість оцінюють досить точно, порівнюючи врожай у засушнику з урожаєм контрольних, незакритих частин ділянок.

Оцінювання посухостійкості у суховійних камерах. Для попереднього оцінювання сортів деякі селекційні установи використовують суховійні камери, в які вміщують вегетаційні посудини з рослинами. Через суховійну камеру пропускають сильний потік зневодненого повітря (відносна вологість 18 – 20 %) за температури близько 40 °С, тобто створюють приблизно такі умови, які бувають у природі під час суховію.

Стійкість сортів до атмосферної посухи за цього методу оцінюють, порівнюючи врожайність рослин у контрольних посудинах і тих, що зазнали дії суховійної установки.

Метод в'янення, який розробив І.І. Туманов, полягає в тому, що рослини висівають у посудині місткістю 6 – 7 кг ґрунту і вирощують їх при штучному зрошенні. Потім у певні фази розвитку зрошення припиняють, запас вологи в посудинах швидко витрачається і рослини в'януть. Коли в'янення досягає такого ступеня, що у найменш стійких сортів починає відмирати листя, полив відновлюють і продовжують до кінця вегетації. В таких самих посудинах і за таких самих умов, але при постійному зрошенні для контролю вирощують ці самі сорти.

Порівняння врожайності досліджуваних рослин з контрольними дає змогу визначити ступінь посухостійкості: що менша різниця в урожаї між рослинами, які зазнали в'янення і контрольними, то більш стійкий сорт до посухи.

Застосовують ще кілька методів: пророщування насіння в розчинах сахарози; бубнявіння насіння в розчинах з різним осмотичним тиском; облік виділення електролітів за вмістом крохмалю в клітинах кореневого чохлика; визначення загальної й активної поглинальної поверхні кореневої системи за допомогою барвника — метиленового синього.

11.6. Оцінювання стійкості сортів до хвороб

Створення стійких сортів — найефективніший захід боротьби з хворобами рослин. Впровадження їх у виробництво усуває необхідність проведення заходів захисту рослин, на які витрачаються значні кошти, а головне — забезпечує вирощування екологічно чистої продукції та захист навколишнього природного середовища.

Паразити в природі існують як популяції біотипів. Біотиповий склад популяції формується під дією екологічних умов, видового і сортового складу рослин, що живлять їх. Між біотипом і расою не можна поставити знак рівності.

Раса — це систематична одиниця подібних за ознаками або іншими властивостями біотипів. Збудники хвороб мають велику кількість рас. Сорти, стійкі до тієї або іншої хвороби в одному регіоні чи зоні, в інших можуть уражатися нею. Тому для оцінювання сортів за стійкістю до хвороб застосовують сортовий ключ. У зарубіжній літературі його називають тестосортиментом.

Сортовий ключ є набором сортів з різним ступенем стійкості до різноманітних рас: один сорт пошкоджується всіма расами, другий — всіма мінус одна, третій — мінус дві раси тощо. Висіваючи сорт, що апробується, разом із сортами, які входять до сортового ключа, можна визначити, до яких рас він стійкий, до яких відносно стійкий. Відповідно до цього треба визначити ареал його майбутнього поширення, де немає рас паразита, до якого сорт не стійкий.

Фітопатологічне оцінювання застосовують на всіх етапах селекційного процесу і на початкових стадіях насінництва. Для цього форми і сорти, що вивчаються, випробовують на природному або штучному фоні. Градацію стійкості та сприйнятливості визначають за інтенсивністю пошкодження рослин і виявленням зовнішніх видимих реакцій. Тому можуть бути два підходи до оцінювання стійкості: облік інтенсивності виявлення хвороби; наявність показників імунності або їх відсутність.

Хвороби дифузного характеру (сажку, кореневі гнилі, вірози) обліковують підрахунком пошкоджених рослин, стебел тощо. Локальне пошкодження, яке характеризується появою пустул, плям (іржа, борошниста роса), обчислюють за шкалою-малюнком. Інтенсивність пошкодження підраховують при повному виявленні хвороби.

Основним методом оцінювання є випробування селекційного матеріалу і сортів на інфекційному фоні. Слід використовувати також природне зараження як на посівах селекційних установ, так і в місцевості, сприятливій для розвитку хвороби, куди можна направляти сорт для оцінювання. Природне зараження іржею, борошнистою росою та іншими хворобами можна провокувати строками сівби, які сприяють розвитку паразита, підкосами рослин, що подовжує їх ве-

гетацію, висіванням сортів, що вивчаються серед нестійких для збільшення інфекційного навантаження. Щоб посилити природне зараження рослин, застосовують також сівбу при беззмінній культурі або в короткій сівозміні (3 – 4-річні ротації).

11.7. Оцінювання стійкості рослин до пошкодження шкідливими комахами

Відомо багато видів комах, що пошкоджують сільськогосподарські рослини. Втрати врожаю від комах дуже великі, тому боротьбу з ними потрібно вести всіма можливими засобами, у тому числі створювати сорти, стійкі до шкідників.

Польові методи оцінювання стійкості до шкідників. Для визначення пошкодження гессенською мухою проби рослин на озимій пшениці беруть восени у фазі кущіння і перед збиранням, на ярій — весною на початку виходу в трубку та перед збиранням. Стійкість оцінюють за показниками пошкоджуваності рослин. Усі рослини поділяють на три групи: пошкоджені; пошкоджені, але не загиблі; пошкоджені та загиблі, або непродуктивні. Потім підраховують їх кількість. За результатами аналізів у відсотках визначають пошкоджені рослини, загиблі з пошкоджених, середню кількість личинок на одну пошкоджену рослину, на 1 м^2, на 100 рослин.

Зразки ярої пшениці, ячменю, вівса для визначення пошкоджуваності шведською мухою відбирають у фазі виходу в трубку. Аналізом визначають пошкодження рослин, стебел, загальну і продуктивну кущистість, загиблі (непродуктивні) рослини з пошкоджених, кількість личинок на 1 м^2 або на 100 рослин.

Аналіз рослин на виявлення злакової (пшеничної) мухи проводять за такою самою схемою.

Пошкодження рослин стебловими трачами визначають перед збиранням. Рослини виймають з коренями і до них добавляють стебла, що впали. Голкою розрізають стебло. Пошкоджуваність визначають за наявністю личинок або червоточин.

Пошкоджуваність вегетуючих рослин шкідливою черепашкою визначають візуально. Характерною ознакою пошкодження рослин у фазі кущіння є пожовтіння і засихання центрального листка, а у фазі кінця трубкування — початку колосіння — часткова або повна білоколосість, гофрована колосоніжка, невиколошування. Пошкоджуваність вегетуючих рослин озимої і ярої пшениці зимуючою черепашкою оцінюють двічі: озимої — у фазі кущіння — початок трубкування і у фазі колосіння; ярої — у фазі кущіння і трубкування — початок колосіння.

Для визначення кількості зерна, пошкодженого клопом-черепашкою, беруть 3 наважки по 10 г і ретельно оглядають кожну зернівку. Зернівки, пошкоджені клопами, зважують і масу виражають у відсотках від маси взятої наважки.

Шведська муха, особливо у вологі роки, сильно пошкоджує зернівки вівса і ячменю. Щоб установити пошкодженість нею зернівок у фазі повної стиглості, відбирають зразки (по 10 – 15 волотей або колосів кожного сорту) і визначають наявність у зернівках личинок або пупаріїв мухи.

Картопля уражається багатьма шкідниками, але найбільш шкодочинними є колорадський жук і нематоди.

Колорадський жук обліковують прямим методом. Оглядають по черзі кожний кущ у двох рядках — справа і зліва, звертаючи увагу на нижній бік листка. Виявляють наявність жуків, личинок і кладок яєць, підраховують їх кількість. Якщо рослини мають симптоми пошкодження, а жуків на рослинах уже немає, то шар ґрунту в радіусі 50 см навколо пошкодженого куща на глибину 20 – 30 см просівають через сито і підраховують кількість комах.

Визначають ступінь ураження рослин і заселеність комахами.

Обстеження бульб на зараженість стебловими нематодами проводять восени перед закладанням їх на зберігання і навесні — перед садінням. Від середніх проб беруть бульби, які ріжуть навпіл і з однієї половинки на межі між здоровою і гнилою тканиною зрізують шматочок м'якоті, який кладуть у краплю води на склі. За допомогою лупи розглядають дрібні ниткоподібні нематоди, які мають довжину 1,0 – 1,2 мм. Установлюють кількість уражених бульб у відсотках.

Висівання в місці зосередження шкідника. Цей метод застосовують для оцінювання вихідного матеріалу на стійкість до гессенської мухи. Місце висівання визначають заздалегідь, користуючись результатами осіннього обстеження озимих. Розміщення поблизу осередку шкідників сортів, які вивчаються, сприяє появі на рослинах шкідників навіть у роки, коли їх загальна кількість невелика. За великої кількості мух для оцінювання стійкості до них достатньо мати 300 – 400 рослин кожного зразка. Сорти і зразки, що вивчаються, оковимірно оцінюють кілька разів за чотирибальною шкалою: нестійкі, слабко-, середньостійкі та стійкі.

Створення провокаційного фону. Навіть у роки зниженої кількості шкідників існує достатній запас їх особин, які зберігаються в резерваціях. Застосовуючи принаджувальні посіви в певні строки, можна сконцентрувати шкідників на ділянках, призначених для висівання, тобто створити високу насиченість їх певним видом шкідників.

У великій кількості мухи концентруються в місцях, добре освітлених сонцем і захищених від вітру.

Зразки, що вивчаються, висівають парним методом у 3 – 4-х повтореннях. Стійкість рослин визначають оковимірно за наявністю зовнішніх ознак пошкодження за чотирибальною шкалою, а також за допомогою аналізу.

Лабораторні методи оцінювання стійкості до шкідників. ***Оцінювання стійкості у камерах.*** Цим методом користуються при визначенні стійкості сортів до гессенської, шведської і злакової мух. У дерев'яному ящику розміром 24 × 26 при висоті 13 см, заповненому землею, висівають 20 зерен при 4-кратному повторенні. З появою у рослин другого листка ящики переносять у камеру під загальний ізолятор. Рослини заселяють комахами з розрахунку 1 – 2 самки на 1 ящик. Експозиція — 4 доби. Облік відкладених яєць на рослинах із зазначенням місця їх відкладання (1-й, 2-й, 3-й листки, верхня або нижня листкова пластинка) починають відразу після винесення ящиків з камери і закінчують його не більш ніж за 2 дні. Через 2 тижні після обліку яєць, коли вже переважають пупарії (70 – 80 %), приступають до аналізу рослин, визначаючи заселеність пупаріями кожної рослини окремо. Для порівняння користуються даними про кількість (у відсотках) відкладених яєць, личинок, що вижили, і заселених рослин (яйцями і личинками).

Вивчення стійкості за побічними ознаками. В Інституті захисту рослин розроблено експрес-метод для оцінювання фізіологічної стійкості кукурудзи і пшениці до шведської мухи. Він ґрунтується на взаємодії ферментативного апарату комахи з субстратом — пошкодженими тканинами рослин. Основою експрес-методу визначення стійкості злаків до клопа-черепашки є гідроліз пшеничного зерна екстрактом слинних залоз клопа-черепашки. Ступінь гідролізу оцінюється за інтенсивністю забарвлення його продуктів йодом.

11.8. Оцінювання селекційного матеріалу за якістю продукції

Якість сільськогосподарської продукції характеризують такі показники: добрий смак; хороший зовнішній вигляд; високий вміст потрібних речовин (крохмалю в картоплі, цукру в цукрових буряках, жиру в соняшнику та рапсі, вітамінів в овочах, каротину в моркві, білка у пшениці та ячмені, лізину в кукурудзі тощо); більш низький вміст небажаних речовин (алкалоїдів у люпині, шкідливого азоту в цукрових буряках, білка у пивоварному ячмені, плівки у вівса та ячменю); придатність до переробки (високі хлібопекарські властивості пшениці, пивоварні властивості ячменю, придатність до консервування плодових і овочевих, форма бульб картоплі, яка за-

довольняє машинне очищення); висока товарність продукції (великі бульби у картоплі, велика головка цвітної капусти).

Деякі з цих показників можна визначити простим оглядом і проведенням обліку (лежкість, забарвлення плодів), інші — лабораторними методами.

Оцінювання якості зерна пшениці. ***Натура зерна*** — один із критеріїв якості пшениці, важливий показник у системі класифікації зерна. Натурою прийнято називати масу 1 л зерна в грамах. За даними багатьох авторів, кореляція між натурою і виходом борошна становить 0,76 і 0,74. Цей показник дуже коливається і змінюється залежно від вологості, чистоти, форми, характеру поверхні і вирівняності зерен.

Склоподібність. Цьому показнику надають особливо великого значення на світовому хлібному ринку. За ним судять про консистенцію ендосперму, твердість зернівки, її структуру, вихід борошна. Визначають склоподібність двома способами: з використанням діафоноскопу ДСЗ-2; за результатами огляду зрізу зерна.

Визначаючи склоподібність візуально, розрізають 100 зернин і підраховують окремо склоподібні, частково склоподібні і борошнисті. До цілком склоподібних додають половину кількості частково склоподібних; добута сума і є відсотком склоподібності зерна певного сорту.

Вміст білка, кількість і якість клейковини. Це найважливіші показники якості пшеничного зерна. Що більше білка містить зерно, то вища його харчова цінність. Вміст білка значною мірою залежить від умов вирощування, проте існують чіткі, генотипово зумовлені відмінності в його виявленні. Вміст азоту в зерні визначається методом К'ельдаля.

Останнім часом розроблено кілька експрес-методів визначення вмісту білка, що ґрунтуються на інших принципах. Створено автоматизовані прилади, які дають змогу проводити масові аналізи селекційного матеріалу. В процесі селекції визначають амінокислотний склад білка спеціальними приладами — амінокислотними аналізаторами. Від кількості білка залежить кількість клейковини, адже клейковина — це насичені водою білкові речовини пшениці (гліадин — 44 % і глютенін — 41 %). Встановлено пряму кореляцію між вмістом білка і клейковиною (r = 0,97). Розрізняють клейковину сиру (кількість клейковини разом з поглинутою водою) і суху (після висушування).

Визначення хлібопекарських властивостей зерна за вмістом і якістю клейковини. Відомо кілька методів визначення цих показників. Усі вони ґрунтуються на відмиванні клейковини водою з тіста. Відмиту клейковину зважують і визначають її якість за допомогою приладу ВДК-1 (вимірювач деформації клейковини).

Якість хліба залежить від технологічних властивостей борошна. Для характеристики технологічних властивостей борошна користуються поняттям його сили. За якістю зерна пшениці поділяють на сильні, середні та слабкі. Ці терміни виникли в Англії. Там за умов вологого і порівняно холодноватого клімату всі сорти пшениці дають зерно низької якості, з якого хліб виходить з невеликим об'ємом, грубими порами, важкою і вогкою м'якушкою.

Борошно сильної пшениці має відмінні хлібопекарські властивості, підвищений вміст білка, хорошої якості, пружності та розтягуваності клейковини, тому випечений з нього хліб має великий об'єм, хороші форму і пористість м'якушки. Добавляння такого борошна до борошна слабких пшениць поліпшує його.

Борошно з пшениці середньої сили має добрі хлібопекарські властивості, з нього випікають хліб задовільної якості без добавляння борошна сильної пшениці.

Якість хліба, випеченого з борошна із слабкої пшениці, низька, об'єм його невеликий, пористість погана. Тісто із слабкого борошна слабоеластичне і при замішуванні сильно розріджується. Щоб мати нормальний хліб, до нього добавляють борошно сильної пшениці.

З різних показників якості (маса 1000 зерен, вміст клейковини, седиментація, сила борошна, об'єм хліба) найважливішими є показники седиментації та сили борошна, особливо на ранніх стадіях селекційного процесу.

Хлібопекарські властивості та силу борошна різних сортів пшениці оцінюють у технологічних лабораторіях протягом кількох етапів з використанням спеціальних методик.

Оцінювання якості зерна жита. Зерно жита використовують для харчових, кормових і технічних потреб. При селекції основну увагу приділяють хлібопекарським властивостям зерна. Основними показниками якості жита є маса 1000 зернин, форма і вирівняність зерен, борошномельні властивості, вміст білка, активність ферментів амілазного комплексу, хлібопекарські властивості борошна. Останнім часом у селекційних програмах здійснюють масове оцінювання матеріалу за числом падінь (ЧП), яке запропонував Хагберг. Цей показник побічно характеризує активність амілази. Головна перевага методу Хагберга — швидкість і чистота. Найточніші результати дістають при визначенні цього показника на автоматизованому приладі Хагберга — Партена. Для більш повної характеристики амілазного комплексу житнього борошна застосовують спеціальний прилад — амілограф. Результати аналізу прилад записує у вигляді кривої, яка дає повну інформацію про динаміку клейстеризації. Останнім часом почали оцінювати зерно жита на вміст шкідливих речовин — алкілрезорцинолів.

Оцінювання якості зерна вівса. При селекції кормового вівса оцінюють масу 1000 зернин, плівчастість, вміст білка.

До зерна вівса, яке призначене для переробки, ставляться певні вимоги. Кращим є зерно московського (пробштейнського) типу, воно добре лущиться. Позитивною технологічною властивістю зерна є низька плівчастість. Наявність подвійних зерен знижує якість зерна.

Колір крупи може бути світло-кремовим, кремовим з коричневим відтінком, коричневим.

При селекції на харчові і кормові цілі важливим показником є високий вміст білка в зерні (18 – 20 %). До вмісту жиру ставляться різні вимоги залежно від використання зерна. Великий вміст жиру в зерні, яке переробляється на харчові продукти, не бажаний. Жири легко окиснюються, що зумовлює гіркість продуктів.

Великі перспективи відкриваються перед селекцією на поліпшення амінокислотного складу вівса. Дослідженнями встановлено, що вміст лізину в білках вівса залежно від генотипу становить 3,8 – 5,2 %.

Оцінювання якості пивоварного ячменю. Якість ячменю оцінюють більш ніж за 30 показниками (натура, форма і вирівняність зерна, плівчастість, маса 1000 зернин, властивості солоду тощо), які визначаються органолептично або за допомогою спеціальних аналізів.

За якістю зерно поділяють на два класи: вологість зерна не більше ніж 18,5 % для першого і 15 % для другого класу. Маса 1000 зерен становить відповідно не менш як 40 і 38 г; масова частка білка — не більше ніж 11 і 11,5 %.

Оцінювання якості соняшнику. Основний продукт, заради якого вирощують соняшник, — олія. Селекція соняшнику на високий вміст жиру (45 – 50 %) не тільки змінила співвідношення між головними компонентами сім'янки, а й зумовила істотні зміни в хімічному складі. В ядрах високоолійних сортів знизився вміст протеїну, безазотистих екстрактивних речовин, золи, дещо збільшився вміст клітковини. В луззі стало менше клітковини, але більше ліпідів, протеїну, безазотистих екстрактивних речовин, золи.

Основним методом визначення олійності є екстракційний, яким визначають суму речовин, добутих з наважки за допомогою етилового ефіру (сирого жиру).

У селекційній роботі впродовж багатьох років використовують метод визначення вмісту сирого жиру за знежиреним залишком, який дає змогу проводити масові аналізи за порівняно короткий час.

Крім оцінювання олійності і лузжистості в селекції соняшнику оцінюють матеріал за такими фізичними показниками, як маса 1000 сім'янок, маса 1000 ядер, колір, форма і виповненість насіння,

його натура. Небажане забарвлення насіння типу фуксинок, оскільки олія з нього має темний колір.

Оцінювання якості картоплі. Бульби картоплі оцінюють за кількома показниками: формою, глибиною вічок, забарвленням шкірки і м'якоті, смаковими властивостями, вмістом крохмалю, білка, вітамінів. Перші п'ять показників оцінюють візуально. Вміст крохмалю, білка, вітамінів визначають лабораторним методом.

Крохмалистість бульб картоплі визначають за питомою масою способом Крокера або за питомою масою на вагах Парова.

За потреби вміст крохмалю в кількох бульбах визначають методами сольових розчинів, поляриметричним методом (за Еверсом) або за допомогою хімічного аналізу. Смак картоплі досі оцінюють органолептично. Таке оцінювання досить суб'єктивне, хоча за певних навичок дає правильне уявлення про смак.

Останніми роками поширився попит на картоплепродукти, що, в свою чергу, поставило питання перед селекціонерами про необхідність створення принципово нових сортів і методів їх оцінювання.

Якість бульб визначають хімічними, біометричними, органолептичними і технологічними методами.

Лежкість бульб картоплі визначають, закладаючи на зберігання певну масу бульб кожного сорту. Зменшення маси закладеного на зберігання зразка навесні та кількість загнилих бульб є показниками доброї або поганої лежкості бульб, що випробувалися.

Оцінювання якості льону-довгунцю. Якість льону визначають за кількома показниками якості волокна: довжиною (кращі сорти дають довше волокно), міцністю, еластичністю, м'якістю, тониною. Оцінюючи сорти за якістю волокна, враховують його колір — світліше вважають кращим за якістю.

У ЦНДІ промисловості прядивних волокон розроблено методику визначення вмісту волокна і його якості в кількох стеблах. Стебло льону намочують, а потім визначають якість волокна за допомогою динамометра й гнучкоміра. Побічними показниками є маса технічної частини стебла, його довжина, висота рослин.

Комплексною органолептичною оцінкою є номер волокна (його слід відрізняти від метричного номера, який установлюють за допомогою інструментального оцінювання). Певні номери встановлено окремо для соломи, трести, тіпаного довгого волокна, чесаного волокна та відходів очосу. Так, для тіпаного волокна визначено 19 номерів, для чесаного — 15 і т. д. Чим вищий номер, тим вища якість продукту.

Для визначення номера волокна користуються шкалами зразків — еталонів, які встановлюють щороку, оскільки умови року істотно впливають на якість показників. Шкали будують з використанням інструментальних і технологічних оцінок.

11.9. Оцінювання придатності сортів до механізованого вирощування і збирання

Розглянемо основні ознаки придатності сортів для вирощування з максимальним застосуванням механізації:

1. Зернові культури — невилягання рослин, необсипання зерна, непоникнення колосу, волоті.

2. Зернобобові культури — штамбове і подібне до нього стебло, дружне дозрівання і нерозтріскування бобів при дозріванні.

3. Просапні культури — прямостояча форма куща, яка не ускладнює механізований обробіток міжрядь.

4. Кукурудза, кормові боби, соя — високе прикріплення качанів, бобів.

11.10. Оцінювання стійкості до вилягання

У природі найчастіше спостерігаються два типи вилягання: стеблове і прикореневе.

Стеблове вилягання характеризується зламами та згинами соломини біля основи стебла внаслідок її низької механічної міцності, яка залежить від анатомічної структури соломини — механічної тканини, кількості, розмірів та розміщення судиноволокнистих пучків. Причиною такого типу вилягання може бути також ураження нижньої частини соломини грибними та бактеріальними хворобами.

Особливістю *прикореневого вилягання* є розтягнення коренів, зміщення з попереднього місця в ґрунті, а іноді й повне розривання їхніх частин. Унаслідок цього соломина вилягає, починаючи з вузла кущіння.

Розривання коренів при прикореневому виляганні буває не завжди. Корені пшениці можуть розтягуватися у довжину на 15 – 20 %. Це зумовлено слабким розвитком кореневої системи. Велика кількість добре розвинених, міцних, нерозгалужених коренів, які розміщуються горизонтально в ґрунті, найкраще закріплює рослини.

Вилягання призводить до втрат урожаю та погіршення насінних властивостей. Збирання полеглих посівів потребує додаткових затрат праці, технічних засобів і пального. Зерно, зібране з полеглих посівів, має низьку технологічну якість.

Оцінювання сортів на стійкість до вилягання здійснюють на підставі спостережень, починаючи з перших виявлень вилягання, в тому числі вилягання під дією сильного вітру, бурі, зливи. Ступінь вилягання відмічають того самого дня або наступного.

Оцінювання проводять оковимірно за дев'ятибальною системою: 9 — сорт зовсім не вилягає; 7 — сорт вилягає лише місцями; 5 — сорт із середнім ступенем і тривалістю вилягання; 3 — сорти з силь-

ним і тривалим вилягання, яке негативно впливає на врожай і ускладнює збирання; 1 — сорти, дуже схильні до вилягання, вилягають задовго до збирання.

Вилягання сортів кукурудзи, сорго, соняшнику оцінюють за відсотком рослин, що вилягли перед збиранням.

Для оцінювання сортів за їх придатністю до механізованого збирання для таких культур, як ячмінь, просо, є важливим визначення *ступеня поникнення колоса.* Спочатку на 1 м^2 обліковують усі нормально розвинені стебла, після чого підраховують окремо: стебла з прямостоячим колосом; стебла з слабопониклим колосом (відхилення близько 45°); стебла з середньопониклим колосом (до 90°); стебла з сильно пониклим колосом (колос опускається нижче від точки прикріплення до стебла).

Стійкість сортів до обсипання визначають оковимірно на підставі спостережень при збиранні, сушінні, перевезенні та обмолоті за дев'ятибальною шкалою: 9 — висока стійкість; 7 — добра; 5 — середня; 3 — слабка; 1 — низька.

За державного сортовипробування проводять спеціальні спостереження щодо обсипання зерна при перестої сортів на пні — через 15 діб після дозрівання.

Ступінь обсипання зерна можна визначити, якщо після збирання накласти на стерню рамку розміром 50 × 50 см і зібрати зерно, яке обсипалося на землю. Рамку накладають у 2 – 4-х місцях по діагоналі ділянки. Облік проводять у двох несуміжних повтореннях. Інший спосіб полягає в підрахунку кількості колосів, з яких обсипалося зерно.

Контрольні запитання і завдання

1. Методи оцінювання селекційного матеріалу. **2.** Як оцінюють селекційний матеріал за продуктивністю? **3.** Методи оцінювання сортів на зимостійкість і посухостійкість. **4.** Як оцінюють селекційний матеріал на стійкість до хвороб і шкідників? **5.** Як оцінюють селекційний матеріал на придатність до механізованого вирощування і за якістю продукції?

Розділ 12
ТЕХНОЛОГІЯ СЕЛЕКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ

12.1. Організація селекційного процесу

Створення сортів сільськогосподарських культур у процесі селекційної роботи починається з розроблення програми, кінцевою метою якої є виведення сорту, що відповідає вимогам сучасного виробництва. Програма передбачає також весь комплекс питань, пов'язаних з використанням специфічних методів селекції для конкретної культури. Отже, створення нового сорту — це конструювання складної біологічної системи.

При виведенні нових сортів селекціонеру постійно доводиться порівнювати матеріал, одержаний ним, з тими формами, для заміни яких виводиться новий сорт. Такі порівняння проводять уже на ранніх етапах селекційної роботи. За результатами цих порівнянь протягом усього селекційного процесу селекціонер вибраковує матеріал за врожайністю та її стабільністю по роках, якістю продукції тощо. Всі ці ознаки і властивості є результатом складної взаємодії генотипу і мінливих умов середовища, тому надійним шляхом виявлення цих властивостей є вивчення селекційного матеріалу в польових умовах.

У зв'язку з напруженістю біологічних процесів в екологічній системі поля в сучасному землеробстві вирішального значення набуває управління селекційним процесом на основі максимального використання інформації про біологічні й генетичні процеси в екологічній системі поля. Проте академік Б.П. Гур'єв зазначав, що у традиційній технології селекційного процесу вся увага концентрується на пошуку і створенні генетично різноманітного вихідного матеріалу та ідентифікації рослин окремих генотипів. У цьому разі селекційний процес є конвеєром, просування по якому регулюється системою оцінок, доведених, по суті, до вибору альтернативних форм, можливості яких можна реалізувати в простій експериментальній ситуації.

Цей процес потребує значних витрат коштів і часу, а останнім часом — високого ступеня технізації і комп'ютеризації.

Технічну базу для переходу селекції на рівень роботи зі складними системами вже створено. Комп'ютеризація потребує системного підходу до управління технологією селекційного процесу, цілісного комплексу взаємопов'язаних елементів (підбір пар для схрещування, відбір і оцінювання елітних рослин, конкурсне випробування тощо).

Сорти створюються для вирощування їх за певних ґрунтово-кліматичних умов, тому селекційну роботу потрібно вести на типових для зон ґрунтах і при типовій для зони агротехніці.

Селекційні посіви слід розміщувати на полях, вирівняних за рельєфом, з однорідними ґрунтами, вирівняними за родючістю. Тому перед закладанням селекційної сівозміни проводять попереднє (ретроспективне) вивчення і обстеження ґрунтів земельної ділянки, виділеної для цієї мети. Для цього здійснюють порівняльні й рекогносцирувальні (розвідувальні) посіви.

Вирівнювальний посів відрізняється від звичайного господарського тільки тим, що обробіток ґрунту, удобрення і взагалі технологію вирощування культури на площі майбутньої селекційної сівозміни ведуть на вищому рівні. Проведення кількох вирівнювальних посівів дає можливість усунути строкатість земельної ділянки за родючістю.

У наукових установах на вирівнювальних посівах останнього року врожай обліковують по окремих дрібних ділянках. Такі посіви називають *рекогносцирувальними*. Вони дають змогу найповніше встановити строкатість ділянки за родючістю ґрунту. Головним критерієм, що визначає господарську цінність випробуваних сортів, є дані, одержані за польових умов.

Оскільки умови середовища змінюються в часі і просторі, то польові досліди з вивчення селекційного матеріалу мають бути типовими і давати максимально точні дані.

Типовість досліду полягає в оцінюванні й випробуванні сорту за умов, максимально наближених до умов його майбутнього використання, тобто типовими мають бути ґрунтово-кліматичні умови, сівозміни, а отже, й попередники, способи сівби, системи добрив, механізація вирощування тощо. Рівень агротехніки в селекційному процесі має випереджати рівень агротехніки у виробництві.

Точність досліду — це ступінь відповідності даних (урожайності, якості продукції тощо), добутих у досліді, тим показникам, які дав би селекційний номер чи сорт при вирощуванні його на всій ділянці, тобто, щоб ці дані гарантували їх порівнянність, правильність і надійність.

Методика польового досліду ґрунтується на дотриманні вимог *принципу єдиної логічної відмінності*, тобто створення однакових умов вирощування для всіх вирощуваних сортів. Дотримання цього правила дає можливість визначити різницю в урожаях, яка й буде результатом генотипової відмінності сортів.

Випробовують сорти на малих ділянках у складних природних умовах, для яких характерна мінливість неконтрольованих дослідником чинників росту й розвитку рослин. Спільний вплив на урожай неконтрольованих чинників виявляється у формі випадкових помилок і певною мірою може вуалювати ефекти сортів.

Кожний дослід, будь-яке вибіркове спостереження несе в собі деякі елементи випадковості, тобто мінливість одержуваних даних певною мірою зумовлена невідомими дослідникові причинами — *випадковими помилками*.

Крім випадкових помилок при проведенні дослідів і спостережень часто стикаються з так званими *систематичними* помилками, зумовленими однією або кількома причинами, що діють у певному напрямку і за певними законами. Головною їх особливістю є односпрямованість.

Розрізняють два види систематичних помилок: суцільні й несуцільні. *Суцільні систематичні помилки* проходять через усі варіанти досліду. Вони не порушують порівнянність варіантів. *Несуцільні систематичні помилки* стосуються не всіх, а лише деяких з варіантів досліду, що порушує їх порівнянність. У такому досліді можуть бути грубі помилки в результаті некваліфікованого, невмілого й недбалого виконання робіт. Суворе дотримання принципу єдиної логічної відмінності зменшує вплив випадкових помилок на точність досліду. Показник точності досліду дає змогу оцінити дослідну роботу й імовірність висновків, зроблених на підставі добутих результатів, а також імовірність відмінностей між варіантами, що вивчаються.

Поняття «точність досліду» протиставляється поняттю «помилковість». Що менше випадкових помилок, то вища точність досліду (Б.О. Доспєхов).

На перших етапах селекційної роботи основним джерелом випадкових помилок є індивідуальна мінливість рослин. Тому достовірну оцінку ліній (гібридів) за врожайністю можна отримати, якщо на ділянці буде не менше ніж 150 – 200 рослин зернових, 50 – 100 просапних низькостеблових і 30 – 50 просапних високостеблових рослин.

Точність досліду підвищується при збільшенні кількості повторень. Точність досліду *p* вважають задовільною за таких значень, %:

	p	НІР
для конкурсного сортовипробування	3	5 – 6
для попереднього сортовипробування	5	7 – 8
для контрольного розсадника	8 – 10	11 – 15
для селекційного розсадника	10 – 12	20 – 25

12.2. Селекційні сівозміни

У селекційних установах основні цінні господарські властивості селекційного матеріалу і нових сортів оцінюють за польових умов. Генотип сорту може виявити свої потенційні можливості за оптимальних умов росту і розвитку рослин. Тому для розміщення селекційних посівів важливим є агротехнічний фон, який значною мірою залежить від попередників. Важливість сівозміни в інтенсифікації землеробства доведено наукою і практикою. У зв'язку з цим селекційні посіви розміщують у спеціальних селекційних сівозмінах з найтиповішим чергуванням культур для цієї зони. Для селекційної роботи виділяють загальну земельну площу, яку розбивають на поля сівозміни. Поля повинні бути вирівняні за рельєфом, мати однорідні ґрунти, типові для цієї зони.

Розміри полів сівозміни визначаються масштабом селекційної роботи з основними культурами в цій селекційній установі. Конфігурація полів сівозміни має наближатися до квадрата, що створює можливість чергування напрямів оранки.

На полях селекційної сівозміни проводять детальний аналіз ґрунтів і складають ґрунтову карту. В процесі користування сівозміною сталий рівень родючості ґрунту в полях підтримують вирівнювальними посівами.

12.3. Селекційні посіви та їх призначення

Для створення, формування і оцінювання селекційного матеріалу в практиці селекційної роботи склалася система селекційних посівів, починаючи від вивчення вихідного матеріалу (окремих потомств індивідуального добору) до конкурсного сортовипробування.

Селекційні посіви можна поділити на три групи: розсадники, сортовипробування і розмноження нових сортів. Назви розсадників і сортовипробування в різних селекційних установах можуть дещо відрізнятися. Для деяких сільськогосподарських культур (багаторічні трави, цукрові буряки тощо) селекційні посіви закладають відповідно до особливостей цих культур. Розглянемо загальне призначення селекційних посівів.

Розсадники поділяють на кілька видів: вихідного матеріалу, селекційні, контрольні, спеціальні.

Розсадники вихідного матеріалу бувають колекційними і гібридними.

Колекційним розсадником називають посіви вихідного (колекційного) матеріалу. У цьому розсаднику висівають зразки кращих сортів вітчизняної та закордонної селекції, зразки колекцій, місцеві

сорти, мутанти, поліплоїди для початкового вивчення. З найцінніших зразків проводять масовий або індивідуальний добір, підбирають форми для гібридизації, оброблення мутагенами тощо. Зразки висівають без повторностей.

Через 20 – 30 зразків висівають сорт-стандарт для порівняння цінності зразків, що вивчаються, за біологічними властивостями і цінними господарськими ознаками.

Кількість номерів у колекційному розсаднику залежить від масштабів роботи. Вона може коливатися від 200 до 1000 і більше. Розміри ділянок невеликі: для культур суцільного рядкового посіву — 1 – 5 м^2, для просапних — 5 – 10 м^2.

Висівають по 100 – 200 насінин кожного зразка на ділянках з довжиною рядків 1 – 2 м, тобто на кожній ділянці має бути така кількість рослин, яка максимально характеризує цей зразок.

Гібридний розсадник закладають для вивчення гібридних популяцій і відбору з них кращих елітних рослин та родин. У цьому розсаднику висівають усі генерації гібрида від F_1 до $F_5 – F_6$ усіх гібридних комбінацій.

Ділянки в гібридному розсаднику розміщують без повторностей. Площа ділянки залежить від кількості насіння, однак не перевищує 10 м^2. Поряд з гібридом висівають його батьківські форми. Сорт-стандарт висівають через 20 – 30 номерів.

По гібридах першого покоління висівають все наявне насіння з площею живлення кожної рослини 5×20 см (Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва) і навіть 10×30 см (Селекційно-генетичний інститут УААН, Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла).

Довжина ділянки залежить від наявної техніки для збирання таких посівів.

Відбір рослин та родин у гібридному розсаднику проводять упродовж вегетаційного періоду за комплексом господарських ознак і біологічних властивостей. Виявлені кращі рослини позначають етикетками, щоб під час збирання легше було їх знайти. При індивідуальному доборі вириває кожну рослину окремо з коренем.

Селекційний розсадник призначений для попереднього порівняльного оцінювання потомств індивідуально відібраних рослин або родин з колекційного розсадника чи інших посівів.

Кількість номерів у селекційному розсаднику залежить від масштабів роботи і може коливатися від кількох сотень до кількох тисяч.

Стандарт висівають через 10 – 20 номерів. Іноді практикують розміщення ділянок групами потомств гібридних комбінацій. Тоді на початку і в кінці кожної комбінації висівають батьківські форми і сорт-стандарт.

Для однорічних перехреснозапильних культур у цьому розсаднику стандарт не висівають, щоб уникнути запилення ним селекційного матеріалу. В цьому разі селекційні форми порівнюють між собою. Для подальшої роботи відбирають форми з найкращими показниками. З цієї причини, а також через тривале розщеплення відбір у селекційному розсаднику проводять упродовж 3 – 4-х років і навіть більше, тобто поки не буде виведено форму, максимально вирівняну за морфологічними ознаками, з цінними господарськими властивостями.

Ділянки в селекційному розсаднику розміщують без повторень (рис. 12.1).



Рис. 12.1. Схема розміщення ділянок у селекційному розсаднику

Насіння висівають з міжряддями від 15 до 30 см (для культур суцільного висівання) залежно від умов зон і методики, що прийнята в селекційній установі. На 1 м висівають від 10 до 40 насінин. Ділянка в селекційному розсаднику може бути від 1- до 6-рядкової 1 – 6 м завдовжки. Впродовж періоду вегетації проводять фенологічні спостереження за фазами розвитку рослин. Матеріал оцінюють за даними польових спостережень і лабораторних аналізів.

У селекційному розсаднику здійснюють жорстке вибраковування матеріалу. Наприклад, у Миронівському інституті пшениці ім. В.М. Ремесла в такому розсаднику вибраковують 65 – 70 % від висіяної кількості номерів.

Перше вибраковування матеріалу проводять перед збиранням за результатами польових спостережень, друге — за даними лабораторного аналізу.

Кращі номери, відібрані в селекційному розсаднику, які перевищують сорт-стандарт за господарсько-біологічними показниками, висівають у контрольному розсаднику.

Контрольний розсадник використовують для оцінювання біологічних властивостей, а також продуктивності селекційних номерів. Кількість зразків тут значно менша, ніж у селекційному розсаднику, і становить від кількох десятків до 500, іноді більше. Площа ділянки — 5 – 20 м^2 (іноді до 50 м^2), що залежить від масштабу роботи, технічних і фізичних можливостей і методики, прийнятої в селекційній установі. Ділянки розміщують в 2 – 4-кратному повторенні. Сорт-стандарт висівають через 5 – 10 номерів. Норму висіву встановлюють за масою 1000 насінин, виходячи з оптимальної густоти стояння рослин для культури в цій зоні. Урожай з кожної ділянки зважують і перераховують на 1 га.

За результатами польових оцінювань і спостережень, лабораторних аналізів і продуктивності рослин з контрольного розсадника відбирають 20 – 25 % кращих номерів, які передають до попереднього сортовипробування.

Спеціальні розсадники. В селекційних програмах передбачається виведення сортів сільськогосподарських культур, стійких до хвороб.

Польові інфекційні фони — основа для селекції на стійкість до хвороб. Паралельно з випробуванням матеріалу в селекційному і контрольному розсадниках, попереднім сортовипробуванням частину насіння висівають на інфекційному фоні (спеціальний розсадник) для оцінювання стійкості його до хвороб.

Сортовипробування поділяють на попереднє, конкурсне, міжстанційне і виробниче.

Попереднє сортовипробування полягає у правильному оцінюванні селекційного матеріалу за важливими господарськими ознаками і біологічними властивостями в умовах, найбільш наближених до виробничих. Селекційні номери, занесені до цього розсадника, надалі називають *сортами*. У цей посів зараховують 25 – 30 сортів, а за значних обсягів роботи — 100 і більше.

Облікова площа ділянки коливається від 10 до 50 м^2, повторність — 3 – 4-кратна, розміщення сортів — рендомізоване. Сорт-стандарт висівають через 5 – 20 номерів.

У попередньому випробуванні сорти оцінюють за кількома типовими для зони попередниками і при нормах висіву, прийнятих у виробництві.

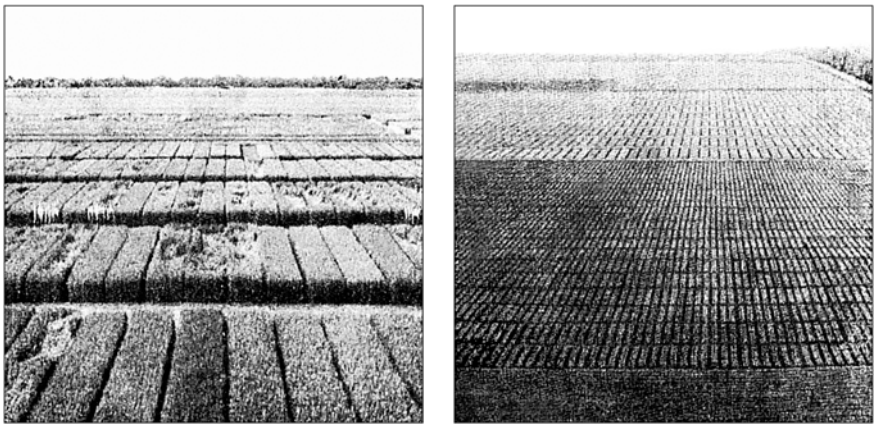
Фенологічні спостереження, оцінювання, збирання проводяться згідно з методикою державного сортовипробування.

Кращі сорти, за даними 2 – 3-річного випробування, передають для конкурсного випробування.

Конкурсне випробування є заключним етапом вивчення сортів, створених у селекційній установі. Його завданням є відбір кращих за врожайністю і якістю сортів, ніж реєстровані сорти-стан-

дарти, розроблення агротехніки сортів, з урахуванням їхніх біологічних властивостей і вибір сорту для передачі в державне сортовипробування.

Порівняння ведуть з кращими національними сортами-стандартами і перспективними сортами, виведеними в інших селекційних установах (рис. 12.2, *а*, *б*).



а *б*

Рис. 12.2. Селекційні посіви Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла

Площа ділянки 10 – 100 м^2, повторність 4 – 6-кратна. Вивчають сорти за кількома попередниками.

У конкурсному випробуванні сорти вивчають 2 – 4 роки за методикою державного сортовипробування.

Сорти, які значно перевищили стандарт за врожайністю, а також за однією або кількома іншими важливими ознаками, передають у державне сортовипробування.

Міжстанційне (екологічне, зональне) сортовипробування проводять паралельно з конкурсним сортовипробуванням. Його мета — вивчити пластичність сорту, його поведінку за інших екологічних умов та виявити можливий ареал подальшого розповсюдження.

Такі досліди проводять в усіх селекційних установах. До досліду залучають кілька сортів, виведених в різних селекційних установах. Екологічне випробування — важливе доповнення до конкурсного для остаточного оцінювання сорту перед передачею його в державне сортовипробування. Дослід закладають і проводять згідно з методикою конкурсного випробування.

Виробниче сортовипробування. Кращі сорти одночасно з конкурсним випробуванням вивчають у виробничих умовах. Досліди закладають на ділянках площею 1 – 2 га (зернові культури) в 2 – 3-х повтореннях. Сорт, що вивчається, порівнюють з перспективним і кращим сортом, занесеним до Реєстру. Випробування кожного сорту проводять у кількох господарствах одночасно.

Розмноження нових сортів. Для проведення виробничого сортовипробування і розсилання насіння на державні сортодослідні станції потрібно мати достатню кількість насіння. Тому селекційні установи організовують попереднє розмноження кращих сортів. До розмноження залучають кращі номери з контрольного розсадника. Проте, як правило, розмноження починають з найперспективніших сортів попереднього і конкурсного сортовипробування.

Селекційні установи організовують також розмноження перспективних для зони їх діяльності сортів, хоча вони й виведені в інших установах.

Шляхи прискорення селекційного процесу. На створення сорту (від відбору елітної рослини до передачі в державне сортовипробування) витрачається 10 – 12, а іноді й більше років. Тому скорочення цього терміну має величезне значення для підвищення продуктивності рослинництва. Селекційна практика показує, що термін створення сорту можна скоротити, тобто прискорити селекційний процес.

Селекційний процес складається з трьох відносно самостійних етапів: пошук вихідного матеріалу і методів його створення; відбір родоначальних генотипів на основі оцінювання їхніх біологічних властивостей; групування і сортовипробування кращих форм.

Прискорення селекційного процесу на кожному з цих етапів досягають різними шляхами. Селекційна практика успішно використовує для цього методи гаплоїдії, мутагенезу, культури тканин.

Ефективним добором батьківських пар для гібридизації з наступним індивідуально-груповим добором в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва (В.І. Дідусь) високоврожайний сорт озимої пшениці Харківська 63 було створено за 6 років.

Аналогічно за 3 роки (від схрещування до передачі в державне сортовипробування) було створено сорт озимої пшениці Одеська 51, за 6 років — Миронівська 25.

Для прискореного розмноження родоначальних рослин у селекції цукрових буряків, жита, конюшини використовують метод клонування. Коренеплід цукрових буряків, рослину жита, яка добре розкущилася, розщеплюють на 4 – 8, а іноді на 16 частин і розмножують. Це дає змогу значно збільшити вихід насіння з однієї рослини.

Значні можливості прискорення селекційного процесу відкрило для селекціонерів розроблення методів використання культиваційних споруд і фітотронів.

При розмноженні перспективних номерів контрольного розсадника широко використовують висівання і висаджування рослин при збільшеній площі живлення. Цей метод дає змогу швидко одержати достатню кількість насіння й оцінити матеріал у попередньому і конкурсному сортовипробуванні.

Значні резерви для скорочення строків селекційного процесу відкривають біотехнологічні методи.

12.4. Схема селекційної роботи із самозапильними культурами

Селекційні програми зі створення нових сортів виконують із застосуванням різних методів селекції і значною мірою залежать від творчої ініціативи селекціонерів. Залежно від мети селекційної роботи схема може дещо змінюватися. Проте на різних етапах роботи селекціонери користуються, як правило, загальноприйнятими схемами, які для всіх самозапильних культур є майже однаковими (рис. 12.3).

При вивченні колекції гібридів важливе значення має вирощування їх, починаючи з F_1, на провокаційних фонах, що значно підвищує ефективність відборів. У деяких селекційних установах висівання проводять на провокаційних фонах паралельно з селекційним і контрольним розсадниками.

Схема ілюструє послідовність селекційної роботи, яка починається зі збирання, створення і вивчення вихідного матеріалу.

Відбір кращих і вибракування гірших номерів і сортів здійснюють на всіх етапах селекційного процесу, починаючи з розсадника вихідного матеріалу і до державного сортовипробування.

Для прискорення селекційного процесу особливо цінні номери починають розмножувати паралельно з оцінюванням їх у селекційному і контрольному розсадниках. Одержавши достатню кількість насіння, селекціонер може включати такі номери після контрольного розсадника в конкурсне сортовипробування.

Численні дослідження з технології вирощування, методів добору й оцінювання генотипів зернових культур за умов штучного клімату на ранніх етапах селекційної роботи дали можливість селекціонерам перейти безпосередньо до розроблення технології прискореного селекційного процесу. Зокрема, в Селекційно-генетичному інституті УААН розроблено схему селекційного процесу озимої пшениці з використанням фітотрона (рис. 12.4). У Миронівському інституті пшениці ім. В.М. Ремесла (Л.О. Животков, В.І. Дубовий та ін.)

розроблено схему селекційного процесу ярого ячменю з використанням штучного клімату (рис. 12.5).



Рис. 12.3. Типова схема селекційного процесу із самозапильними культурами



Рис. 12.4. Вивчення гібридів озимої пшениці в умовах штучного добо-

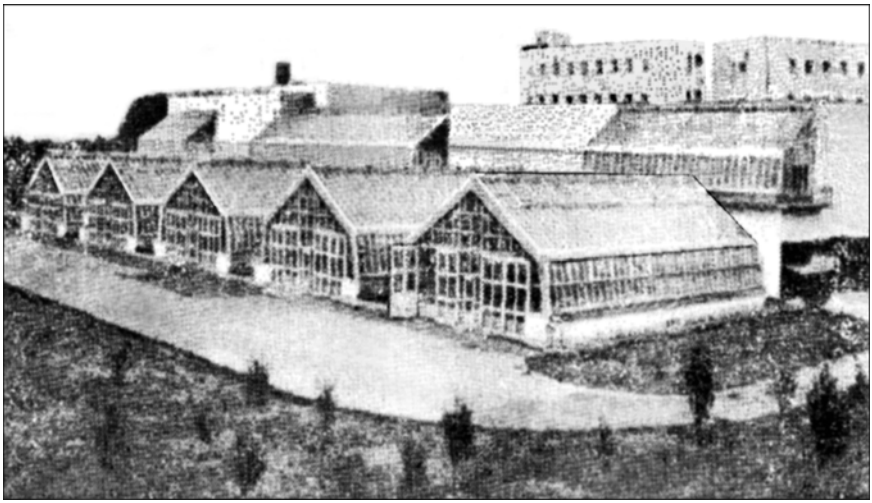


Рис. 12.5. Фітотрон Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла

Комплексне вивчення селекційного матеріалу в регульованих і природних умовах дає змогу передати відселектовані за комплексом ознак і властивостей сорти до державного сортовипробування по озимій пшениці на 8-й, по ярому ячменю — на 6-й рік.

Селекційна робота з використанням штучного клімату вносить певні модифікації в типову (класичну) схему селекційного процесу із самозапильними культурами.

12.5. Схема селекційної роботи з перехреснозапильними культурами

Селекційна робота з перехреснозапильними культурами має, як правило, таку саму послідовність виконання, що й із самозапильними. Загальна схема селекційної роботи, назви розсадників, послідовність їх розміщення практично однакові для самозапильних і перехреснозапильних культур (рис. 12.6). Проте спосіб розмноження зумовлює істотні відмінності в техніці селекційної роботи з цими групами культур.

Само- й перехреснозапильні культури реагують на масовий добір однаково. Відбувається зміщення в бік тиску добору при збереженні значної мінливості. При індивідуальному доборі все потомство самозапильної рослини буде однаковим, а у перехреснозапильної — різнорідним. У цьому разі селекціонер стикається з тривалим розщеп-

ленням селектованого матеріалу як гібридного, так і негібридного походження. Тривале розщеплення створюваних форм перехреснозапильних культур зумовлене гетерозиготністю, яка підтримується постійним перехресним запиленням хоча й подібних за походженням рослин.

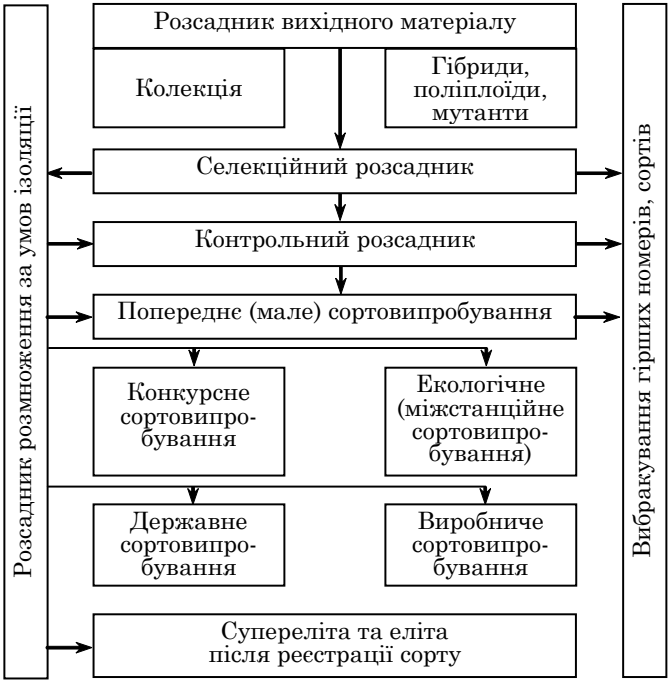


Рис. 12.6. Загальна схема селекційної роботи з перехреснозапильними культурами

Тому у перехреснозапильних культур формування селекційного матеріалу добором триває впродовж усього селекційного процесу, тобто паралельно з випробуванням створених різними методами селекційних форм їх добирають в ізольованих умовах розсадника розмноження (див. рис. 12.6). У самозапильних культур формування константної форми гібридного походження закінчується в основному в селекційному розсаднику.

Селекційні розсадники перехреснозапильних культур розміщують ізольовано від інших посівів цієї культури. Незалежно від застосовуваних методів добору в селекційному розсаднику обов'яз-

ковим є вибраковування до цвітіння всіх рослин, ознаки яких не задовольняють селекціонера.

Особливість селекційної роботи з перехреснозапильними культурами полягає ще й у тому, що із селекційного розсадника зразки насіння всіх форм, які залучаються до контрольного розсадника, розміщуються в розсаднику розмноження ізольовано. У контрольному розсаднику ці форми випробовують і паралельно розмножують при додержанні просторової ізоляції. Сорти, вибракувані за даними цього випробування, також вилучають із розсадника розмноження. Кращі сорти продовжують розмножувати в цьому розсаднику, з нього беруть насіння для сівби і подальших випробувань (до державного включно).

Слід пам'ятати ще одну особливість селекції перехреснозапильних культур. На відміну від самозапильних культур, окремі форми перехреснозапильних, за якими намічено добирати елітні рослини, рекомендується висівати ізольовано, щоб уникнути перезапилення. Потреба в ізоляції селекційних форм на різних етапах роботи ускладнює селекційний процес у перехреснозапильних культур. Майже всі розсадники розташовують на значних відстанях один від одного, що ускладнює проведення всіх необхідних робіт упродовж вегетації.

12.6. Схема селекційної роботи з картоплею

Селекційний процес передбачає використання наявного і створення нового вихідного матеріалу, оцінювання і добір кращих сіянців, клонів, гібридів і сортів у системі розсадників.

Залежно від напрямів селекції і ґрунтово-кліматичних умов зони схеми селекційної роботи можуть змінюватися, проте головні види селекційних посівів у схемі залишаються. До них належать розсадник вихідного матеріалу, розсадник сіянців, попереднє й основне сортовипробування (рис. 12.7).

Розсадник вихідного матеріалу складається з двох частин: колекційного і батьківських форм, призначення яких — давати вихідний матеріал для селекції.

Колекційний розсадник містить набір сортів вітчизняної і закордонної селекції, різних видів картоплі, мутантних і гаплоїдних форм. Кожний номер у колекції висаджують на невеликих ділянках по 5 – 20 кущів без повторень.

У колекційному розсаднику проводять прочищення, вибраковують уражені хворобами рослини й домішки. Номери оцінюють за господарськими ознаками (урожайністю, крохмалистістю тощо).

Вивчення і оцінювання номерів у колекційному розсаднику дає змогу виокремити найцінніші вихідні форми для використання їх у селекційній роботі або передачі у виробництво.

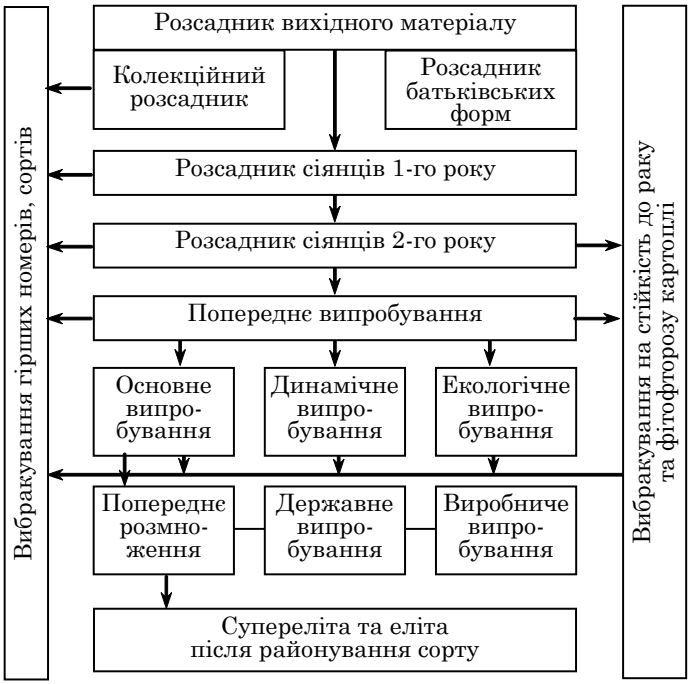


Рис. 12.7. Загальна схема селекційної роботи з картоплею

Розсадник батьківських форм містить набір сортів, диких видів, проміжних гібридів, призначених для гібридизації. Висаджують по 20 – 30 бульб кожного номера. Кількість номерів залежить від обсягу запланованих схрещувань. Бульби висаджують у полі та в теплицях. У цьому розсаднику проводять схрещування і створюють оптимальні умови для утворення ягід. У південних районах республіки застосовують літнє садіння з подальшими схрещуваннями.

Розсадник сіянців 1-го року (розсада з насіння та відібрані клони). Розмір ділянки залежить від кількості сіянців або клонів. Через 20 – 25 номерів висаджують три стандартних сорти: ранньо-, середньо- і пізньостиглий. Спостереження і облік урожаю здійснюють по кожній рослині, оскільки кожен сіянець є індивідуальною формою.

У цьому розсаднику матеріал оцінюють і добирають за тривалістю вегетаційного періоду, врожайністю, крохмалистістю, стійкістю до хвороб (спостереження за рослинами в полі), а при збиранні — за забарвленням і формою бульб тощо.

Кращі номери відбирають і передають до наступного розсадника, а ті, що мають нижчу порівняно із стандартом оцінку, вибраковують.

Розсадник сіянців 2-го року (1-й рік розмноження бульбами). У цьому розсаднику висаджують матеріал, відібраний у розсаднику 1-го року. Бульби кожного номера поділяють на дві частини. Одну частину висаджують навесні, а другу — влітку. Бульби висаджують на однакових ділянках по 5 – 10 шт. кожного номера в рядку. Через 5 – 10 рядків висаджують стандартні сорти. Кращі номери оцінюють, добирають і вибраковують за тими самими ознаками, що й у розсаднику 1-го року.

Сіянці, які за цінними господарськими ознаками не перевищують стандартні сорти, вибраковують. На насіння залишають бульби з найкращих кущів відібраних зразків, які перевищують стандарт за комплексом ознак.

Зразки по 10 бульб кращих номерів відправляють для випробування на стійкість до раку картоплі.

Попереднє сортовипробування (розсадник сіянців 3-го року) містить матеріал, відібраний у розсаднику 2-го року.

Номери розміщують у 3-кратній повторності по 30 бульб у кожному повторенні. Стандартні сорти висаджують через 10 номерів. Порівняння зі стандартними сортами проводять за врожайністю, крохмалистістю, скоростиглістю та ступенем ураженості хворобами. Після збирання сорти оцінюють за смаковими властивостями і здатністю до зберігання.

На насіння відбирають кращі за розвитком і врожайністю кущі. Сіянці, які не перевищують стандартний сорт за всіма або групою ознак, вибраковують.

Основне сортовипробування проводять упродовж трьох років на високому агрофоні з площею живлення рослин, прийнятою у виробництві.

У 1-й рік основного випробування допускається 4-кратна повторність, а на 2-й і 3-й — 6-кратна. Ділянки здебільшого чотирирядкові, на кожній вирощують по 200 рослин.

Сорти оцінюють за комплексом ознак: урожайністю, тривалістю вегетаційного періоду, посухостійкістю, стійкістю до хвороб, крохмалистістю тощо.

Перспективні сорти паралельно залучають до динамічного, екологічного і виробничого випробування.

Динамічне випробування проводять упродовж трьох років, його головне завдання — визначити тривалість вегетаційного періоду. До динамічного випробування залучають тільки скоростиглі сорти. Як правило, це випробування здійснюють на ділянках, закладених паралельно з ділянками основного сортовипробування. Впродовж

вегетації проводять аналіз за інтенсивністю наростання надземної маси і маси бульб, накопичення крохмалю.

Екологічне випробування призначене для виявлення пластичності сорту. Випробування триває не менше ніж 3 роки. Селекційна установа (оригінатор сорту) розсилає насіннєвий матеріал до інших селекційних станцій, селекцентрів різних ґрунтово-кліматичних зон. Під час екологічного випробування в 1-й рік висаджують садивний матеріал оригінатора, а в наступні роки — вирощений за місцем випробування.

Оцінюють матеріал за комплексом ознак, як при основному випробуванні.

Виробниче випробування. Кращі за даними дворічного основного і динамічного випробування сорти передають до виробничого випробування. В господарствах на площі від 0,25 до 0,5 га новий сорт порівнюють із сортами, занесеними до Реєстру сортів рослин України.

За результатами основного і виробничого випробування кращі сорти передаються для державного сортовипробування.

12.7. Механізація і техніка робіт у селекційному процесі

Селекційна робота пов'язана з вирощуванням рослин на численних ділянках відносно малих розмірів (особливо на перших етапах селекційного процесу), з яких одержують невелику кількість урожаю.

Крім цього, всі польові роботи щодо окремих дослідів слід виконувати за один день і за високої якості. Тому для проведення сівби, догляду за посівами і збирання врожаю потрібні спеціальні машини.

Підготовка ґрунту. Оранку і передпосівний обробіток ґрунту здійснюють здебільшого звичайними сільськогосподарськими машинами виробничого призначення.

Щоб зменшити до мінімуму вплив рознімних борозен і гребенів на облікових ділянках при оранці займають загони такої ширини, щоб їхні стики припадали на захисні смуги.

Внесення органічних і мінеральних добрив має забезпечувати рівномірний їх розподіл на площі і загортання на однакову глибину по всьому полю.

Передпосівний обробіток ґрунту проводять своєчасно і якісно, відповідно до агротехніки, прийнятої в певній зоні.

Сівбу здійснюють в оптимальні строки тракторними сівалками касетного типу або іншої конструкції, що дає змогу легко й швидко



Рис. 12.8. Сівба сівалкою касетного типу

очищати висівні апарати (рис. 12.8). Сучасні сівалки точного висіву забезпечують точне висівання заданої кількості насіння. Розмір ділянки за шириною може бути 1 – 6 рядків, а за довжиною 1 – 10 м.

Касетні сівалки точного висіву СКС-6-10, СФ-5, СР-1,35, змонтовані на самохідному шасі Т-16, замінюють ручне висівання і значно підвищують продуктивність праці на першому етапі селекційної роботи. Якщо сівалок немає, то насіння сіють вручну під шнур у розсаднику вихідного матеріалу.

При невеликій кількості насіння можна використовувати селекційну ручну сівалку СР-1 або спеціальні апарати та саджалки.

Розроблено сівалки рядкового висіву насіння зернових, зернобобових, круп'яних культур і деяких трав на ділянках селекційного і контрольного розсадників, а також конкурсного сортовипробування. Сівалками СКС-6А, СН-10Ц можна засівати 2 – 10 рядків ділянки завдовжки 2 – 15 м з міжряддями 10 – 70 см. Ці сівалки мають систему автоматизованого висіву порції насіння за заданою програмою.

Головними вимогами до селекційних посівів є однакова густота стояння рослин, однакова глибина загортання насіння порівнюваних селекційних номерів.

Догляд за селекційними посівами спрямований на створення оптимальних умов розвитку рослин. Усі роботи виконують сітчастими і зубовими боронами, спеціально переобладнаними для міжрядного обробітку навісними культиваторами.

За великої кількості малих за розмірами ділянок у селекційних посівах значну площу займають доріжки між ділянками. Вони мають бути в чистому від бур'янів і розпушеному стані (за допомогою навісних культиваторів).

Збирання селекційного матеріалу виконують різними способами. Окремі рослини в розсаднику вихідного матеріалу, а також у селекційному розсаднику збирають вручну. Для обмолоту зібраних вручну окремих рослин і снопів використовують малогабаритні молотарки: МСС-2, МЗ-1-О, МКС-1М, МР-1 — для зернових, бобових і круп'яних культур, МСС-500 — для насінників буряків, МПВ-1, МС-60 — для обмолоту насіння з пучків рослин льону.

Для скошування посівів на 1- і 2-рядкових ділянках застосовують малогабаритні косарки типу СК-0,25. Продуктивність їх роботи становить до 160 ділянок за зміну. Приведення косарок у рух здійснюється від двигуна «Дружба». Під час роботи косарку ведуть вручну по ділянці.

Урожай з ділянок площею 10 – 25 м^2 збирають малогабаритними комбайнами Сідмайстер 125, Хеге-125, Хеге-140, Сампо-130, Сампо-500 та ін. (рис. 12.9).



Рис. 12.9. Збирання селекційних посівів

Малогабаритні комбайни мають змінні жатки з шириною захвату 1,25; 1,50; 1,75; 2,0 м.

12.8. Спостереження за рослинами та їх вибраковування

Вивчення і добір вихідного матеріалу, його оцінювання обов'язково передбачають спостереження за ростом і розвитком рослин, тобто фенологічні спостереження за фазами розвитку рослин.

Фаза розвитку — це поява зовнішніх морфологічних ознак, пов'язаних з утворенням окремих органів і частин рослин.

Від сходів до дозрівання рослин кожного виду відбувається кілька фаз розвитку, під час яких вони по-різному реагують на чинники зовнішнього середовища, наприклад у пшениці одні сорти мають короткий період від сходів до колосіння, інші — короткий період дозрівання зерна. Рослини пшениці до початку колосіння чутливі до довжини дня, температури, вологи. Темпи розвитку від проростання до колосіння контролюють багато генів з різним ефектом взаємодії. Тому для оцінювання селекційного матеріалу слід знати тривалість міжфазових періодів і загальну тривалість вегетаційного періоду.

Тривалість міжфазового періоду — це кількість діб від початку однієї до початку наступної фази.

Тривалість вегетаційного періоду — це кількість діб від повних сходів до повної стиглості.

З великої кількості фаз у селекційній роботі для спостереження вибирають найважливіші.

Під час фенологічних спостережень можна відмічати початок і настання повної фази.

Залежно від культури початок фази відмічають у момент, коли 10 – 15 % рослин на ділянці вступило в цю фазу, повна фаза — не менше ніж 75 % рослин. Настання фази часто відмічають візуально. Краще вести спостереження за 10 рослинами, які без вибору підраховують у п'яти різних місцях ділянки.

Результати записують у «Журнал фенологічних спостережень».

У злакових культур відмічають такі фази: сходи, кущіння, вихід у трубку, колосіння (викидання волотей), цвітіння, стиглість зерна (молочна, воскова і повна); в озимих зернових культур відмічають відновлення весняної вегетації; у кукурудзи — сходи, викидання чоловічих волотей, появу ниток з обгортки качана, стиглість зерна (молочну, воскову, повну); у зернобобових — сходи, галуження стебла, бутонізацію, цвітіння, утворення плодів, дозрівання, повну стиглість; у картоплі — сходи, бутонізацію, цвітіння, початок відмирання бадилля.

У журнал спостережень за фазами розвитку по всіх культурах записують дати сівби і збирання врожаю.

У селекційних посівах і сортовипробуванні важливим є облік сходів і кількість рослин перед збиранням.

За цими даними визначають відсоток рослин, які збереглися за період вегетації. Цей показник характеризує загальну стійкість матеріалу, що вивчається, за конкретних умов вегетації. Для цього після фази повних сходів на ділянках по діагоналі виділяють і закріплюють пробні діляночки, у культур суцільного висіву — три або шість ділянок по два суміжних рядки завдовжки 55,5 см. При ширині міжрядь 15 см одна така діляночка становить шосту частину 1 м^2.

Кількість рослин з трьох діляночок — це кількість їх на 0,5 м^2, а з шести діляночок — на 1 м^2.

Відсоток рослин, що вижили на період збирання, визначають за формулою

$$A = \frac{B \cdot 100}{Б},$$

де $Б$ і B — відповідно кількість рослин після повних сходів і перед збиранням.

Крім обліку густоти рослин у селекційному і контрольному розсадниках перед збиранням візуально оцінюють номери за комплексом ознак.

У селекційному розсаднику номери висіяні без повторень. Селекціонер проходить по ділянках з журналом, продивляється кожну з них і оцінює її за густотою, ступенем розвитку рослин і суцвіть, стійкістю рослин до вилягання, стійкістю до хвороб тощо. Номери, які не задовольняють вимоги, селекціонер вибраковує, відмічаючи це в журналі.

У контрольному розсаднику номери висіяні в повторностях. Тому огляд ділянок кожного номера проводять по всіх повторностях. Оцінюють кожний номер у всіх повторностях і тільки після цього проводять вибраковування.

Селекційні номери, які за комплексом ознак переважають стандартний сорт, залишають для подальшої роботи.

Збирання і облік урожаю. У розсаднику вихідного матеріалу і в селекційному розсаднику залежно від методів добору і цінності селекційного матеріалу елітні рослини збирають окремо або з усієї ділянки.

До кожної зібраної окремо рослини прив'язують етикетку, на якій зазначають номер ділянки, номер селекційного зразка, дату збирання. Рослини, зібрані з кожної ділянки окремо, зв'язують у снопи поділянково і етикують, як і окремі рослини, їх продуктивність визначають за елементами структури врожаю.

У попередньому і конкурсному сортовипробуванні врожай визначають з одиниці площі, а не з однієї рослини.

Перед збиранням ділянки обстежують. У разі виявлення на них неоднорідності розвитку рослин, зумовленої порушенням агротехніки, пошкодженням гризунами та іншими чинниками, такі місця вилучають з облікової площі ділянки (роблять вилучення).

Для визначення елементів структури врожаю, продуктивності однієї рослини з кожної ділянки відбирають проби (снопи).

Перш ніж збирати врожай на обліковій площі ділянок, збирають врожай на вилученнях і захисних смугах. Механізми для збирання врожаю описано вище.

Облік урожаю, зведення до стандартної вологості, статистичне оброблення даних у селекційному процесі проводять згідно з методикою державного сортовипробування.

Контрольні запитання і завдання

1. Викладіть загальні принципи та схеми селекційного процесу. **2.** Селекційні посіви та їх призначення. **3.** Порівняйте схеми селекційного процесу самозапильних, перехреснозапильних і вегетативно розмножуваних рослин. **4.** Які спостереження ведуть за рослинами і правила їх бракування за етапами селекційного процесу?

Розділ 13
ДЕРЖАВНЕ СОРТОВИПРОБУВАННЯ

13.1. Організація державного сортовипробування

Державне сортовипробування — заключний етап селекційного процесу, на якому кращі селекційні форми-сорти, гібриди, лінії, популяції набувають офіційного визнання завдяки їхнім перевагам порівняно з відповідними стандартами за кількістю та якістю одержаної продукції або за агрономічними показниками рослин, ураховуючи стійкість до хвороб, шкідників, та за іншими основними ознаками й властивостями, які забезпечують удосконалення технологічності сорту чи гібрида.

Основним завданням державного сортовипробування є всебічне оцінювання, швидке виявлення і підготовка пропозицій про визнання перспективними і занесення високоврожайних, цінних за якістю, несприйнятливих до хвороб сортів і гібридів, здатних стати основою інтенсивних технологій виробництва продуктів рослинництва до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Здійснення цього завдання покладено на Державну службу з охорони прав на сорти рослин (Держсортослужба).

Діяльність Держсортослужби, її структурних підрозділів — державних сортодослідних станцій, сортодільниць, лабораторій, спрямована на створення ринку сортів та насіннєвого матеріалу, здійснення державної політики з формування сортових ресурсів, забезпечення виконання законів України «Про охорону прав на сорти рослин», «Про приєднання України до Міжнародної конвенції по охороні нових сортів рослин», участі України у міжнародних і всесвітніх організаціях.

В Україні мережа сортовипробувальних дільниць була створена Всеукраїнським товариством насінництва і вперше розпочала роботу в 1923 р. Тоді ж було проведено перше сортове районування зернових культур.

У 1932 р. всю роботу, пов'язану із сортовипробуванням, було сконцентровано у відділі єдиної Державної сортовипробувальної мережі ВІР. Сортодільниці працювали на базі селекційних і дослідних станцій. У 1937 р. в колишньому СРСР було організовано нову мережу державного сортовипробування, яку очолила Державна комісія по сортовипробуванню зернових культур. У 1989 р. ця Інспекція була

реорганізована в Державну комісію по сортовипробуванню сільськогосподарських культур.

У 1990 р. внесено істотні зміни в систему сортовипробування — створюється Українська державна сортовипробувальна комісія, яка самостійно вирішує питання районування сортів у межах республіки. Союзна комісія здійснювала випробування сортів і їх районування на міжреспубліканському рівні (по кількох республіках).

У 1993 р. створено Державну комісію України по випробуванню та охороні сортів рослин. Постановою Кабінету Міністрів України від 1 червня 2002 р. на її основі створено Державну службу з охорони прав на сорти рослин як урядовий орган державного управління (Держсортослужба).

Цією Постановою також створюється Український інститут експертизи сортів рослин (Держекспертсорт).

Державне сортовипробування ґрунтується на експериментальних оцінках морфологічних, цінних господарських ознак і біологічних властивостей сортів рослин, вивчення їх придатності для використання з дотриманням екологічних, технологічних принципів та прийнятих методик досліджень. Об'єктивні результати державних випробувань сортів рослин і розроблені на їхній основі рекомендації забезпечують:

- виявлення конкурентоспроможних сортів рослин, які за комплексом цінних ознак відповідають світовому рівню і забезпечують товаровиробникам України можливість успішно користуватися ними;
- недопущення до використання сортів рослин, вирощування яких за екстремальних екологічних чинників (суворі зими, посухи, вилягання тощо) призводить до загибелі посівів або до значного зниження врожайності та якості продукції;
- виявлення сортів рослин, схильних до ураження особливо небезпечними шкідливими організмами, чим можна запобігти виникненню епіфітотій або масового розмноження шкідників;
- визначення напрямів господарчого використання сортів рослин за біохімічними та технологічними показниками якості їх продукції (випічка хліба, виробництво макаронів, фуражу, соків, солінь, крохмалю та ін.);
- захист прав інтелектуальної власності на сорти рослин відповідно до Закону України «Про охорону прав на сорти рослин» та інших нормативних актів.

Основні вимоги до сортів, що проходять державне випробування, викладено в Законі України «Про охорону прав на сорти рослин». При цьому всі сорти, що їх заявляють для занесення до Реєстру, мають відповідати основним вимогам: відмінності, однорідності і стабільності.

Держсортослужба веде Державний реєстр заявок на сорти рослин (Реєстр заявок), Державний реєстр прав власників сортів рослин (Реєстр патентів), Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні (Реєстр сортів) і забезпечує проведення державної реєстрації заявок, патентів і сортів.

У роботі всіх ланок системи державного сортовипробування основною і обов'язковою для виконання є Методика державного сортовипробування сортів і гібридів сільськогосподарських культур, розроблена на основі сучасних досягнень сільськогосподарської науки, багаторічного передового досвіду вітчизняного сортовипробування (2000).

Основні науково-виробничі одиниці державного сортовипробування — держсортостанції і сортодільниці, які обслуговують певну групу адміністративних районів з подібними ґрунтово-кліматичними умовами.

Державні сортодослідні станції безпосередньо підпорядковані Держсортослужбі, а держсортодільниці — відповідним обласним інспектурам чи станціям.

До складу держсортостанцій на правах структурних підрозділів можуть входити держсортодільниці та (за потреби) лабораторії.

Держекспертсорт, її інспектори, станції, держсортодільниці й лабораторії проводять оцінювання сортів і розробляють рекомендації щодо розміщення їх у певних зонах, керуючись об'єктивними даними польових дослідів і лабораторних досліджень, результатами виробничих і технолого-економічних випробувань, ураховуючи відгуки про ці сорти фахівців сільського господарства і переробної промисловості окремого регіону.

Основою оцінювання сортового складу є польові, лабораторні дрібноділянкові і виробничі досліди високої точності, які забезпечують виявлення різниці між сортами за основними показниками.

Польові досліди проводять сортостанції і сортодільниці на високому агротехнічному фоні. Агротехніка державного сортовипробування має відповідати перспективам підвищення родючості ґрунту і культури землеробства в навколишніх районах.

Дослід у сортовипробуванні повинен бути типовим. Під типовістю досліду розуміють відповідність умов його проведення ґрунтово-кліматичним (природним) й агротехнічним умовам окремого регіону (зони).

Основними елементами польових дослідів, у тому числі з випробування сортів і вивчення елементів сортової технології, є: дотримання принципів єдиної логічної відмінності і тотожність усіх умов проведення досліду, крім тих, що вивчаються, та методики (форма і розмір дослідних, у тому числі облікових ділянок); визначення потрібної кількості повторностей у досліді та розміщення сор-

тів однієї групи з відповідним стандартом у кожній повторності рендомізованим (випадковим) методом; проведення дослідів при заданому рівні родючості ґрунту і наближеній до виробництва технології.

Згідно з прийнятими заявками та затвердженою науково-дослідною програмою випробувань сортів рослин Держсортослужба надсилає заявникам рознарядки на відправлення насіння до місць випробувань, які мають бути виконані в зазначений строк. При цьому насіння сортів надсилають щороку аж до закінчення їх випробувань.

Директор держсортостанції (завідувач дільниці) на виконання одержаної науково-дослідної програми випробувань сортів розробляє схему закладання дослідів у всіх полях сівозміни та маршрут їх майбутнього огляду. Основні вимоги до розташування дослідів полягають у тому, що:

- кожен дослід або принаймні повторення має розташовуватися в межах однієї ґрунтової відміни; дослід по досліду може бути закладений не раніше, ніж через два роки вирівнювальних посівів. Як виняток, допускається закладання досліду по досліду через рік;
- постійні вилучення оминають або на них розташовують нулівки.

Згідно з затвердженою (прийнятою) технологією вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні станції чи дільниці в стислі строки виконують основний та передпосівний обробіток ґрунту, внесення добрив та засобів захисту рослин. При цьому вживають ефективних засобів, які запобігають виникненню строкатості родючості ґрунту. З цією метою запроваджують науково-дослідні подвоєні (потроєні) сівозміни, в полях яких забезпечують скорочення строків виконання операцій, чітку організацію робіт, рівномірне внесення добрив та гербіцидів, інші заходи. Неприпустимим є застосування в цих сівозмінах широкозахоплювальних агрегатів з обробітку ґрунту та внесення органічних і мінеральних добрив.

Досліди закладають в оптимальні строки, які визначають залежно від агрокліматичної зони та культури, а для технологічних дослідів з вивчення оптимальних строків сівби відхилення від запланованої дати допускається не більше ніж 1 – 2 дні.

Польовий журнал заводять на кожний дослід окремо. Обліки і спостереження згідно з методиками випробування окремих культур регулярно і своєчасно заносять безпосередньо до польового журналу. Для окремих спостережень і обліків, обумовлених методикою, ведуть робочий зошит, що є додатком до польового журналу.

Методичний контроль за проведенням дослідів Держекспертсорт здійснює постійно, а впродовж вегетаційного періоду особливо ре-

тельно. За рослинами спостерігають регулярно двічі-тричі на тиждень, а в окремі періоди розвитку — з метою чіткої реєстрації дат настання фенофаз, розвитку хвороб, поширення шкідників — і частіше.

Відразу після збирання врожаю та проведення лабораторних аналізів результати випробувань опрацьовують, у визначений строк до Держсортослужби надсилають звітність.

Відповідно до плану оцінювання якості продукції сортів, що передбачено в науково-дослідній програмі сортовипробування, держсортостанції та дільниці за затвердженою Держсортослужбою методикою (фази розвитку, порядок відбору, фіксації та пакування проб, способи і строки надсилання або доставки їх до лабораторії тощо) відбирають та надсилають до Держекспертсорту зразки продукції випробуваних сортів.

Інформацію про результати сортовипробування, в тому числі оцінювання якості продукції, вводять до комп'ютера, опрацьовують за розробленою програмою, після чого фахівці Держсортослужби аналізують та узагальнюють її.

13.2. Класифікація державних випробувань сортів рослин

Державна служба з охорони прав на сорти рослин щороку приймає від вітчизняних та іноземних юридичних і фізичних осіб заявки встановленого зразка на занесення сортів до Реєстру та, за бажанням заявника, на видачу патенту на сорт. Заявки з усіх видів культур Держсортослужба приймає впродовж року.

Види державного сортовипробування. Розрізняють два основних види державного сортовипробування:

1) на господарську придатність (господарсько-біологічну цінність) або, що те саме, для занесення до Реєстру;

2) на патентоспроможність. Його порядок регулюється Законом України «Про охорону прав на сорти рослин» та спеціальними методиками проведення експертизи сортів на відмітність, однорідність і стабільність (ВОС-тест).

На сортостанціях (у лабораторіях) проводять також інші дослідження: випробування сортів рослин на стійкість до ураження хворобами та пошкодження шкідниками на провокаційних, інфекційних та інвазійних фонах, післяреєстраційне вивчення сортів, методичні досліди, визначення якості продукції сортів та ін.

Усі види досліджень у системі держсортомережі пов'язані між собою, доповнюють одне одного та призначені для об'єктивного оцінювання сортів і створення достатніх сортових ресурсів України.

Після прийняття заявок та проведення формальної експертизи фахівці Держекспертсорту формують *науково-дослідну програму конкурсних випробувань* сортів на рік. У програмі вивчають: види та місця випробувань; перелік видів і сортів 1, 2, 3-го років випробувань; напрям використання (зерно, суха речовина, насінна продуктивність тощо); коефіцієнти висіву для культур суцільного посіву та задані густоти для просапних; забезпеченість насінням. Одночасно визначають також план оцінювання якості продукції сортів, обсяги дослідної роботи і навантаження фахівців станції та дільниць дослідами.

Виробничі випробування планують для сортів, що виділилися впродовж 1 – 2-го років конкурсних випробувань, з метою вивчення придатності їх до прийнятих технологій вирощування.

Технологічні випробування (післяреєстраційне вивчення реакції сортів на строки, способи сівби, норми висіву, норми внесення добрив та ін.) планують для сортів, занесених до переліку перспективних або до Реєстру, починаючи з року занесення.

Методичні досліди планують з метою уточнення, доповнення чи зміни окремих методичних положень, а після закінчення досліджень висновки і пропозиції виносять на розгляд методичної ради Держсортослужби.

Виробничі випробування. Такі випробування проводять, як правило, у виробничих сівозмінах держсортостанцій, а за потреби у довколишніх сільськогосподарських підприємствах чи фермерських господарствах за рекомендованими для ґрунтово-кліматичних зон технологіями вирощування. Виробничі випробування льону-довгунцю, конопель, тютюну, маку олійного, ефіроолійних, лікарських культур, багатозборових овочевих і баштанних культур можна здійснювати в сівозмінах сортостанцій. Овочеві культури в закритому ґрунті випробовують у теплицях.

Виробничі випробування самозапильних видів та з вегетативним типом розмноження проводять, як правило, насінням (садивним матеріалом), вирощеним у дослідах конкурсного та інших видів випробувань. Насіння сортів перехреснозапильних видів, гібридів першого покоління та саджанців плодових Держсортослужба замовляє в науково-дослідних установах або організовує їх вирощування на держсортостанціях.

Сортове насіння сільськогосподарських культур, яке використовують для виробничих випробувань, за якістю має бути не нижчим за категорію РН-1-3, а по овочевих культурах — РН-1-2 (ДСТУ 2240–93). Використання насіння, що не відповідає цим вимогам, забороняється.

Методика проведення виробничих дослідів. На одній держсортостанції виробниче випробування проводять не більше ніж з

2 – 3-х культур, а в інших господарствах — не більш як однієї. До програми залучають випробування 1 – 2-х сортів відповідної культури порівняно з кращим сортом, що занесений до Реєстру і рекомендований для області (зони).

Поле сівозміни або його частини, відведені під дослід, мають бути вирівняними за рельєфом та родючістю ґрунту і придатними для застосування сучасних сільськогосподарських машин і механізмів.

Дослід закладають в 1 – 2-х повтореннях, при цьому загальна площа під сортом має становити не менше ніж:

а) озимих і ярих зернових культур, соняшнику — 2 га;

б) зернобобових, круп'яних культур, кукурудзи і сорго на зерно, цукрового буряку, озимого і ярого ріпаку, рицини, сої, гірчиці, льону олійного, однорічних і багаторічних трав, прядивних культур, картоплі — 1 га, картоплі в зоні вироджения — 0,5 га;

в) тютюну, олійних культур (окрім зазначених у пункті «б», ефіроолійних (крім герані), баштанних, огірка, капусти білоголової, кормових коренеплодів, томатів за комбайнового збирання — 0,5 га;

г) овочевих культур (крім зазначених у п.п. «в» і «д») — 0,1 га;

д) овочевих культур у закритому ґрунті — 0,06 га.

За достатньої кількості насіння нових сортів зернових, зернобобових, круп'яних і культур з вегетативним типом розмноження площу ділянок виробничого випробування можна збільшувати.

Технологічні випробування проводять з метою виявлення сортів, які найбільше відповідають енергозберігаючим технологіям вирощування в польових умовах або в захищеному ґрунті, а також технологіям зберігання, переробки й виробництва вторинних продуктів із встановленням економічної ефективності нового сорту порівняно зі стандартом.

13.3. Основні положення методики державного сортовипробування

Достовірні експериментальні дані випробувань сортів і гібридів можна одержати лише за дотримання всіх вимог методики дослідної справи та забезпечення однакових умов вирощування. Основні вимоги методики польового досліду зводяться до правильного його розміщення у полі сівозміни, сортів у досліді, дотримання розмірів і форм ділянок, заданої повторюваності, закладання дослідів високоякісним посівним і садивним матеріалом, своєчасного і якісного проведення спостережень, обліків та робіт, пов'язаних з доглядом за посівами в умовах, максимально наближених до виробничих.

Щоб забезпечити високу точність дослідів, потрібно:

• розміщувати їх на ділянках, вирівняних за рельєфом, мікрорельєфом та родючістю ґрунту, користуючись при цьому матеріалами топографічної зйомки, ґрунтового та агрохімічного обстежень;

• на недостатньо вирівняних за родючістю чи мікрорельєфом площах ділянки слід розташовувати таким чином, щоб у межах однієї ґрунтової відміни чи нерівності рельєфу вміщалися цілі повторення чи яруси з кількома повтореннями або збільшувати кількість повторень;

• в умовах зрошення дослід закладати на добре вирівняній площі з обов'язковим забезпеченням рівномірності зволоження сортів у всіх повтореннях досліду;

• розміщення сортів у дослідах та у кожній групі за скоростиглістю і висотою рослин, з метою недопущення впливу нерегульованих чинників, проводити, як правило, методом рендомізації (допускається систематичний метод);

• усі технологічні операції з вирощування культури виконують однаково для всіх сортів. Роботи, пов'язані з оранкою, внесенням органічних і мінеральних добрив під основний обробіток, внесенням пестицидів проводити рівномірно, впоперек майбутніх ділянок;

• сівбу (садіння), догляд за посівами організовувати так, щоб роботи в межах одного досліду проводилися впродовж кількох годин або одного дня. Якщо ця умова не може бути дотримана, то на наступний день технологічні операції переносять для цілих повторень або ярусів.

Конкурсні випробування сортів і гібридів проводять у полях сівозмін держсортостанцій і дільниць за ротацією по типових попередниках для відповідної ґрунтово-кліматичної зони.

Рекомендовані розміри облікових площ ділянок конкурсних випробувань сортів і гібридів та кількість повторень у них подано в табл. 13.1.

Посівна ширина ділянок узгоджується з шириною захвату сільськогосподарських машин, які застосовують для сівби, догляду та збирання, а для ділянок просапних культур вона дорівнює ширині захвату або кратна їй. Наприклад, при сівбі зернових культур сівалкою СН-16 ПМ ширина ділянки становить 1,96 м, за сівби цукрових буряків сівалкою СТН-12б — половині ширини сівалки, тобто 2,7 м. Посівну ширину ділянки обчислюють як частку від ділення площі на її ширину. За використання порційних сівалок (СФК-7, СКС-6-10 та ін.) та комбайнів Сампо-130, Сідмайстер 125, Хеге-125 та ін. посилаються на заводську технічну характеристику та інструкцію з експлуатації. Облікова площа ділянок для всіх сортів і варіантів одного досліду має бути однаковою.

Таблиця 13.1. **Розмір ділянок, кількість повторень та потреба в насінні на один сортодослід для сортовипробування польових культур**

Назва культури	Облікова площа ділянок, м²	Кількість повторень	Потреба в насінні на один сортодослід, кг	
			Для конкурсного випробування	Для виробничого випробування на 1 га
Зернові та бобові культури				
Пшениця озима	25	4	5,0	250
Пшениця яра	25	4	4,5	250
Жито озиме диплоїдне	25	4	4,5	220
Ячмінь озимий	25	4	4,5	200
Ячмінь ярий	25	4	4,0	200
Овес	25	4	4,0	200
Кукурудза	25	4	2,5	30
Тритикале	25	4	5,0	250
Просо	25	4	2,0	30
Гречка	25	4	2,5	100
Рис	25	4	10	200
Сорго	25	4	2,0	10 – 12
Горох	25	4	8 – 10	250
Соя	25	4	5	100
Технічні культури				
Цукровий буряк	25	4	0,7	10
Картопля				
Вид випробування, група стиглості	Облікова площа ділянки, м²	Кількість повторень	Потреба в садивному матеріалі на один сортодослід бульб, шт.	
			Для конкурсного випробування	Для виробничого випробування
На розмноження:				
середньостиглі			400	10 000
середньопізні, пізні			300	10 000
Для конкурсного випробування (у межах зони оригінатора):				
середньостиглі	55	4	600	60 000
середньопізні, пізні	25	4	700	50 000
Для технологічного випробування (у межах зони оригінатора):				
середньостиглі	100	4	3000	—
середньопізні, пізні	100	4	2500	—

З метою запобігання випадковим пошкодженням під час вегетації ділянки з боку коридорів та оглядових доріжок повинні мати півтораметрові поперечні захисні кінцівки. Для розвороту посівних, збиральних та інших машин і агрегатів між ярусами залишають смугу (коридор) завширшки до 8 м, яку засівають найбільш ранньостиглим сортом цієї самої культури.

Щоб унеможливити механічне засмічення одного сорту іншим, у дослідах культур суцільної сівби між ділянками залишають міжділянкову доріжку. При цьому враховують ширину захвату наявних на сортостанції чи дільниці сівалок і комбайнів. Використовуючи сівалку СН-16ПМ та комбайн Сампо-500 ширину міжділянкової доріжки витримують не менше ніж 28 – 30 см.

Сорти в дослідах сортовипробування з метою запобігання систематичному впливу нерегульованих чинників розміщують у повторностях випадково, тобто методом рендомізованих повторень. При цьому повторності можуть бути розміщені в 1, 2 і більше ярусів. Стандартний сорт у досліді повторюють, якщо сортів більше ніж 15, а при зрошенні — понад 10. Випробувані сорти порівнюють із середніми показниками сорту.

Досліди по елементах сортової технології, в яких вивчають два чинники (сорти і варіанти технології), закладають методом розщепленої ділянки при 4-кратній повторності обох чинників.

Важливою умовою об'єктивного оцінювання сортів є правильний вибір напрямку ділянок у досліді.

Порівняння сортів буде найправильнішим, а точність досліду — найвищою, якщо ділянки розмістити довгим боком у тому самому напрямку, в якому найбільше змінюються умови на полі, це найчастіше пов'язано з рельєфом.

Для вирівнювання родючості ґрунту при закладанні наступного досліду проводять суцільне висівання одного сорту культури за планом ротації сівозміни на полі, яке вийшло з досліду. Як правило, для цього потрібно 2 – 3 роки. Отже, експериментальні висівання виконують на третині поля сівозміни, а на решті поля — порівнювальні посіви, де вирощують для розмноження дефіцитні та реєстровані сорти відповідної сівозміни культури.

Вимоги до насіннєвого і садивного матеріалу. Насіння і садивний матеріал сортів, гібридів і самозапилених ліній різних селекцентрів і залучених у складні серії державних випробувань, доцільно розмножувати в одному пункті з тим, щоб ліквідувати модифікаційну мінливість у габітусі рослин і врожайності (це одна з функцій держстанцій і великих держсортодільниць на самостійному балансі).

Садивний матеріал сортів картоплі, одержаний від оригінатора, впродовж року вирощують у зоні передбаченого випробування. Ви-

нятком є зони виродження картоплі, куди садивний матеріал завозять із зон виробництва насіннєвої картоплі.

Насіння закордонних сортів і гібридів повинно мати карантинний сертифікат.

Незалежно від наявності супровідних документів у мережі державного сортовипробування аналізують посівні властивості насіння всіх сортів, які надійшли на випробування. Аналіз проводять у районних державних насіннєвих інспекціях.

Закладання та оформлення дослідів. На виконання затвердженої Держсортослужбою перевірки державних випробувань сортів рослин та плану проведення дослідів з післяреєстраційного вивчення сортів, методичних та інших дослідів, на кожній держсортостанції (дільниці) складають схему розташування дослідів та вирівнювальних посівів у нових сівозмін на рік.

Виходячи з коефіцієнту висіву, маси 1000 насінин і господарської придатності насіння, розраховують вагову норму висіву (в кілограмах на гектар) кожного сорту і завчасно відважують потрібну кількість насіння для кожної ділянки. Підготовку сівалок і встановлення на норму висіву проводять за заводською технічною характеристикою та інструкцією з експлуатації.

Помилки, допущені за сівби, виправити неможливо, тому керівники і спеціалісти держсортостанцій і дільниць мають старанно організувати всі роботи, пов'язані з сівбою на дослідних ділянках.

Досліди з великою кількістю сортів, які неможливо висіяти (посадити) за один день, розділяють на блоки по 10 – 15 сортів. На наступний день переносять закладання цілого блоку (блоків). Якщо ж за несприятливих погодних умов буде допущено значний розрив у часі закладання окремих блоків, то останні, закладені в різні строки, потрібно розглядати, як окремі досліди.

Вилучення, випадання та бракування дослідів. Вилучення — це частини поля або ділянки, що не входять до облікової площі. Вони бувають постійними або тимчасовими. Постійні вилучення, як правило, зумовлені мікрорельєфом (западини, горби, валуни) та іншими причинами, як то: солончакуваті плями, місця з-під будівель, доріг, неякісне виконання меліоративних робіт тощо.

Вилучену з облікової площі частину ділянки, досліду внаслідок стихійного лиха (злива, град тощо), з інших випадкових причин, не пов'язаних з особливостями випробуваних сортів (потрави худобою, пошкодження всеїдними шкідниками, гризунами та ін., а також неякісним виконанням робіт під час сівби та догляду за рослинами, що зумовило необхідність бракування), зараховують до тимчасових вилучень.

Випадання з обліку окремих ділянок, повторень, сортів або цілого досліду, а також даних окремих обліків та спостережень, запобі-

гання та усунення яких залежало від фахівців держсортостанцій та дільниць, належать до браку. Бракування проводять, як правило, за неоднакових умов випробувань, та з інших причин.

Спостереження і облік у період вегетації та оцінювання продукції. Сорти зернових і круп'яних культур у конкурсному сортовипробуванні оцінюють за такими показниками: придатністю для інтенсивної технології виробництва продуктів рослинництва; врожайністю зерна; несприйнятливістю до хвороб і шкідників; зимостійкістю (озимих культур); тривалістю вегетаційного періоду; стійкістю до вилягання, осипання, проростання зерна на пні та у валках, несприятливих метеорологічних умов; висотою рослин; кущінням; відношенням зерна і соломи; масою 1000 зернин; натурою зерна; плівчастістю (рис, просо, гречка, овес, пивоварний ячмінь); виходом білка (сирого протеїну) з гектара, вмістом і якістю клейковини, борошномельно-хлібопекарськими, макаронними, круп'яними властивостями.

Сорти кормових коренеплодів оцінюють за врожайністю абсолютно сухої речовини товарних коренеплодів, тривалістю періоду вегетації, ступенем заглиблення коренеплодів у ґрунт, придатністю до механізованої технології вирощування, несприйнятливістю до хвороб і шкідників, вмістом протеїну і загального цукру, а сортів моркви ще за вмістом каротину.

Сорти трав випробовують за такими показниками: врожайністю зеленої маси за сухою речовиною; врожайністю насіння; терміном настання укісної стиглості; облистяністю; зимостійкістю (багаторічні трави); несприйнятливістю до хвороб і шкідників; стійкістю до вилягання; вмістом і виходом протеїну; вмістом клітковини.

Збирання та облік урожаю. Збирання та облік урожаю — це завершальний етап досліду. Всю роботу організовують таким чином, щоб не допустити змішування сортів і втрат урожаю. Для цього своєчасно готують збиральну техніку, складські приміщення, обладнання та інвентар, здійснюють дезінфекцію приміщень для зберігання врожаю.

Напередодні збирання оцінюють стійкість сортів до вилягання, відбирають основні зразки із закріплених майданчиків і уточнюють фактичну облікову площу ділянок, що дорівнює обліковій площі за винятком вилучень. Водночас збирають урожай з кінцівок, коридорів, нулівок та забракованих ділянок. У культур, урожай з яких збирають за кілька строків, усі необлікові площі збирають перед кожним обліковим збором.

Важливо правильно визначити строк збирання кожного сорту залежно від часу його достигання, що дасть змогу забезпечити порівнюваність сортів за врожайністю. З усіх повторень сорт збирають за один день, одним способом і однією збиральною машиною.

Після обмолоту кожної ділянки комбайн або молотарка працює на холостому ходу з увімкненим пневмоочищенням, а після обмолоту останнього повторення машину ретельно чистять. Одержане при цьому зерно облікують окремо і добавляють пропорційно до всіх повторень.

Сортувальні машини завчасно оглядають та розміщують таким чином, щоб запобігти змішуванню сортів. Перед очищенням наступного сорту машину зупиняють і ретельно чистять.

Вологість зерна, зеленої маси, а для деяких культур — стебел, листків, суцвіть, інших видів продукції визначають для зведення врожайності різних сортів до порівнянного стану за стандартної вологості або для визначення виходу сухої речовини. З цією метою відбирають середній зразок з кожної ділянки при зважуванні врожаю. Зразок супроводжують зовнішньою і внутрішньою етикетками із зазначенням виду випробування, сорту чи варіанту.

Урожайність зі зведенням до стандартної вологості визначають за формулою

$$X = \frac{\text{У}(100 - \text{В})}{100 - \text{СВ}},$$

де У — урожайність за збирання, ц/га; В — вологість урожаю, %; СВ — стандартна вологість культури, %.

За збирання зернових, зернобобових, трав та інших культур на насіння та використання стебел на корм, обліковують урожай соломи за пробним снопом, який беруть для лабораторного аналізу. При цьому сніп зважують, обрізають на відповідну для комбайна висоту зрізу (10 – 15 см), потім зважують стебла, після чого колосся обмолочують. Зерно відвівають, зважують і за різницею між масою снопа і зерна визначають масу соломи. Відсоток виходу соломи і зерна визначають діленням маси соломи або зерна на загальну масу снопа і множенням отриманого результату на 100.

Урожайність соломи, ц/га, визначають загалом за сортом та обчислюють за формулою

$$X = \frac{ab}{c},$$

де a — урожайність зерна, ц/га; b — солома в загальній масі, %; c — зерно в загальній масі, %.

Оформлення дослідів. Оформлення кожного досліду починають відразу після появи сходів. З культур суцільного рядкового посіву і широкорядних без проривання в рядках облікову частину ділянки від поперечних кінцівок відділяють доріжками завширшки 15 – 20 см. Для просапних культур із заданою відстанню між росли-

нами облікову частину ділянок відмічають перед збиранням борозною або шнуром.

Біля досліду виставляють таблицю, на якій має зазначатися: назва культури і попередника, вид випробування, кількість сортів (варіантів) у досліді, дату сівби (садіння).

Окрім цього на кожному полі встановлюють таблицю, на якій має бути вказано площу поля, назви вирощуваних культур та їхні площі, назви і площі дослідів та кількість сортів (сортоваріантів) у них.

13.4. Документація державного сортовипробування

Основний первинний документ — польовий журнал, до якого заносять усі дані із сільськогосподарських робіт, обліків, спостережень.

На держсортостанціях і держсортодільницях ведуть книгу історії полів, яка є первинним документом, що відображає фактичне розміщення дослідів і порівняльних посівів, технологічні операції, дози і строки внесення добрив, рівень урожайності.

Не пізніше ніж через 15 діб після збирання врожаю керівник держсортостанції або держсортодільниці зобов'язаний подати до інспекції області результати випробування сортів з даними статистичного оброблення «Основні показники випробуваних сортів». У цій формі дають також загальну оцінку кожного сорту за п'ятибальною системою.

Річні результати державного сортовипробування по кожній культурі узагальнюють у річних звітах, до яких заносять кожний дослід.

13.5. Порядок занесення нових сортів і гібридів до державного сортовипробування

До державного сортовипробування заносять селекційні сорти вітчизняної і закордонної, а також народної селекції, які переважають, за даними трирічного конкурсного сортовипробування установи-оригінатора, за врожайністю кращі сорти (національні стандарти) і гібриди при вищих або близьких показниках якості продукції, стійкості до хвороб і шкідників, пристосування до умов вирощування тощо. Для гібридів кукурудзи, переведених на стерильну основу, цей термін скорочено до 2-х років. Крім того, всі сорти сільськогосподарських культур до передачі їх до державного сортовипробування мають проходити не менше ніж 2 роки виробниче сортовипробування.

Сорт, який передається на державне сортовипробування, має бути новим, константним, достатньо однорідним.

Крім даних, які характеризують господарські ознаки та біологічні властивості нового сорту порівняно з кращим стандартним сортом, слід подавати результати лабораторних досліджень морозостійкості, посухостійкості, якості продукції та показники стійкості до основних патогенів і прихованих стеблових шкідників при штучному зараженні на інфекційному фоні.

Крім того, в лабораторії Держекспертсорту здійснюють якісне оцінювання сортів, які передають до державного сортовипробування, зокрема: хлібопекарських властивостей у сортів пшениці і жита; виходу крупи та якості каші у сортів круп'яних культур; вмісту білка та розварюваності у сортів зернобобових культур; жиру у сортів олійних культур; вмісту білка і крохмалю у картоплі.

Для сортів картоплі обов'язковим є подання довідки про рако- і фітофторостійкість, яку видає установа-сортовипробувач.

Установи, господарства, особи, які пропонують сорти і гібриди до державного сортовипробування, мають подати до Держсортослужби України матеріали згідно з існуючими вимогами.

Списки сортів, які приймають до державного сортовипробування, затверджує президія Держсортослужби, і їх включають до Державного реєстру сортів рослин України, заявлених на випробування.

Для занесення сорту до Реєстру заявник подає заявку встановленого зразка.

13.6. Узагальнення даних державного сортовипробування і порядок занесення сортів до Реєстру сортів рослин України та їх вилучення

Одержані матеріали сортовипробування аналізують фахівці Українського інституту експертизи сортів рослин та Державної інспекції з охорони прав на сорти рослин. У процесі аналізу випробовувані сорти поділяють на:

- сорти, що пройшли достатні випробування та виявили переваги над національними стандартами за продуктивністю або такими самими за цим показником, але мають переваги за іншими цінними господарськими ознаками (зимостійкість, якість урожаю, ранньостиглість, технологічність, толерантність до ураження хворобами тощо);
- сорти, що пройшли випробування, але не виявили переваг над умовними стандартами або поступилися їм за основними цінними господарськими ознаками;
- сорти, випробування яких іще не завершено.

На підставі такого аналізу готують пропозиції, де вказують:

- сорти, що пропонуються до Реєстру;
- сорти, випробування яких закінчено і які не виявили переваг над умовними стандартами, а тому пропонуються до зняття з випробувань;
- сорти, випробування яких не закінчено, залишаються в науково-дослідній програмі державних випробувань на наступний рік;
- сорти, що пропонуються до вилучення з Реєстру;
- пропозиції щодо змін та доповнень до методики державних сортовипробувань.

Занесення сортів до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні (далі — Реєстр сортів), ведення Реєстру сортів, видача свідоцтв про державну реєстрацію сортів рослин, вилучення сорту із зазначеного Реєстру здійснюють відповідно до Положення про Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. До Реєстру сортів відомості про сорт заносять після прийняття Держсортслужбою рішення про його державну реєстрацію.

Підставою для ухвалення рішення про державну реєстрацію сорту, що підлягає державному випробуванню, є позитивні результати кваліфікаційної експертизи щодо рівня його урожайності, визначеного впродовж періоду проведення державного випробування, якщо вона:

- більша за усереднену врожайність сортів, що пройшли державну реєстрацію за п'ять попередніх років, на верхнє значення дворічного інтервалу, що обчислюється за відповідною методикою;
- менша за усереднену врожайність сортів, що пройшли державну реєстрацію за п'ять попередніх років, але сорт має високі показники якості та інші цінні господарські ознаки;
- перебуває на рівні усередненої врожайності сортів, що пройшли державну реєстрацію за п'ять попередніх років, але сорт має підвищену стійкість до хвороб, шкідників, вилягання, обсипання, посухи, а також зимостійкість.

Рішення про визнання сорту перспективним та занесення його до переліку сортів рослин, перспективних для поширення в Україні, який є складовою каталогу сортів, приймають на підставі позитивного висновку Українського інституту експертизи сортів рослин про результати кваліфікаційної експертизи щодо рівня його врожайності або інших цінних господарських ознак, визначених упродовж одного року проведення державного випробування. Такий сорт допускається для комерційного поширення в Україні, починаючи з року занесення до переліку сортів рослин, перспективних для поширення в Україні, з одночасним продовженням його державного випробування.

Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин видає Держсортослужба в місячний термін від дати державної реєстрації сорту особі, яка має право на його одержання, або надсилається за адресою, що зазначена у заявці.

Державний реєстр прав власників сортів рослин (Реєстр патентів) є документом, який призначений для державної реєстрації прав на сорт рослин в Україні та містить відомості щодо майнового права власності на сорт та прав, пов'язаних з цим правом. Державна реєстрація прав на сорт здійснюється, якщо він відповідає критеріям охороноздатності, йому присвоєно назву та якщо він отримав позитивний висновок за результатами проведення формальної і кваліфікаційної експертизи заявки рослин на підставі рішення Держсортослужби про державну реєстрацію прав на сорт, занесенням відомостей про цей сорт до Реєстру патентів та сплати державного мита згідно з Декретом Кабінету Міністрів України від 21 січня 1993 р. «Про державне мито».

Вилучення сорту з Реєстру сортів. Підставою для вилучення сорту з Реєстру сортів є рішення Держсортослужби, яке може бути прийняте у зв'язку з:

- поданням клопотання власником (власниками) сорту або підтримувачем (підтримувачами) сорту;
- відсутністю первинного насінництва сорту за інформацією Державної інспекції з охорони прав на сорти рослин;
- утратою сортом критеріїв охороноздатності;
- несвоєчасною сплатою збору за підтримування сорту в Реєстрі сортів;
- в інших випадках, передбачених законодавством.

Вилучення сорту з Реєстру сортів здійснюють за наказом Держсортослужби, про що у Реєстрі сортів роблять відповідний запис.

Згідно з Законом України «Про насіння» заборонено вирощування, розмноження та продаж насіння сортів, не занесених до Реєстру чи переліку перспективних.

Реєстр сортів рослин України складається з Реєстру сортів зернових, зернобобових та круп'яних культур, Реєстру сортів технічних та кормових культур, Реєстру сортів картоплі, овочевих та баштанних культур, Реєстру сортів плодових, ягідних, горіхоплідних, субтропічних культур та винограду, Реєстру сортів ефіроолійних, лікарських, лісових рослин та гібридів тутового шовкопряда. У Реєстрі вказують ботанічну назву виду українською та латинською мовами, номер заявки, назву сорту, код заявника, рік реєстрації, рекомендовану зону вирощування, напрямок використання, групу стиглості, плоїдність, деякі інші показники. Періодичність публікації Реєстру встановлює Держсортослужба, але час між його послідовними виданнями не повинен перевищувати 2 роки.

Здійснення державного контролю та державного нагляду за дотриманням суб'єктами господарювання, незалежно від форм власності, вимог законодавства з охорони прав на сорти рослин у сфері виробництва, використання, зберігання, реалізації та розмноження посадкового матеріалу сортів рослин покладено на Державну інспекцію з охорони прав на сорти рослин.

Контрольні запитання і завдання

1. Мета й завдання державного сортовипробування в Україні. **2.** Які ви знаєте види сортовипробувань, їх призначення і способи проведення? **3.** Порядок занесення сортів до державного сортовипробування і вилучення їх. **4.** Для чого ведуть Державний реєстр сортів рослин України?

Частина II

НАСІННИЦТВО

Розділ 14

НАУКОВІ ОСНОВИ НАСІННИЦТВА

14.1. Етапи розвитку насінництва в Україні

Насінництво — це важлива ланка в організаційній структурі виробництва. Насінництво реалізує досягнення селекції розмноженням високоврожайного насіння нових сортів і впровадженням їх у виробництво. Ця спеціальна галузь сільськогосподарського виробництва забезпечує:

- розмноження високоякісного сортового насіння;
- збереження в процесі розмноження всіх морфологічних ознак, генетичної і сортової чистоти, властивих кожному сорту;
- формування високих урожайних і посівних властивостей насіння спеціальними способами вирощування, збирання й післязбирального оброблення насіння.

Вченими підраховано, а практикою доведено, що врожаї та валові збори сільськогосподарських культур підвищуються на 20 – 25 % за рахунок висівання високоякісного насіння нових реєстрованих і перспективних сортів. Насіння, по праву, є одним із найважливіших незамінних засобів сільськогосподарського виробництва. Через насіння з покоління в покоління передаються генетичні властивості сортів.

Насінництво ґрунтується на генетиці, проте врожайні властивості насіння залежать не тільки від генетичної основи, а й від умов формування, тобто умов розвитку материнської рослини, а на посівні властивості насіння впливають хвороби та інші чинники. Тому при організації насінництва слід ураховувати комплекс чинників і використовувати досягнення суміжних наук — фізіології та біохімії рослин, фітопатології тощо.

Насінницька наука має забезпечувати гнучкі форми організації, які дають змогу швидко впроваджувати нові сорти у виробництво при зберіганні їхніх спадкових властивостей і забезпеченні високої якості насіння.

В Україні насінництво польових культур зародилося у другій половині XIX ст. Спочатку воно обмежувалося цукровими буряками і майже повністю було в руках німецьких фірм-орендарів. Пізніше окремі поміщицькі господарства почали розмножувати й поширю-

вати місцеві сорти-популяції зернових культур. Проте за умов відсталого селянського господарства систему насінництва так і не було створено.

У 20-х роках минулого століття насінницьку роботу із зерновими культурами в Україні було організовано на основі бурякорадгоспів системи Цукротресту. Сортове насіння, вирощене селекційними станціями, надходило на розмноження в насінницькі господарства, «насіннєві розсадники», їх продукція мала назву «оригінальне насіння». Це насіння розмножували насінницькі господарства, кожне з яких обслуговувало групу радгоспів. Насіння, яке вирощували ці господарства, використовувалося лише в системі радгоспів Цукротресту.

З 1923 р. в Україні розпочала роботу мережа сортовипробування. Це дало змогу виявляти, а потім районувати найпридатніші до вирощування селекційні й місцеві сорти.

Одночасно почала розвиватися й контрольно-насіннєва справа — невід'ємна і важлива ланка в загальній системі насінництва.

Починаючи з 1937 р., в Україні, як і на всій території колишнього СРСР, діяла нова система насінництва, прийнята постановою уряду, яка затверджувала єдину науково обґрунтовану систему насінництва. Відповідно до прийнятої системи насінництва районування сорту розпочиналось у селекційно-дослідній установі, яка обслуговувала одну або кілька областей. Основою первинних ланок насінництва стало створення насіння еліти, головним принципом якого був безперервний поліпшувальний добір кращих рослин сорту.

Із селекційної установи насіння еліти через систему «Заготзерно» надходило на насіннєві ділянки районних насінницьких господарств (райнасінгоспів), де вирощували насіння І репродукції, щоб забезпечити власні посіви певного сорту на наступний рік на всій площі.

Вирощене в райнасінгоспі насіння ІІ репродукції через заготівельні організації надходило на насіннєві ділянки колгоспів і радгоспів, а потім його висівали на товарних площах до VII репродукції.

За цією системою господарства-товаровиробники поновлювали насіння по кожній культурі один раз на чотири роки насінням вищих репродукцій.

У 1960 р. в Україні було затверджено нову систему насінництва. Відповідно до цієї системи елітне насіння або І репродукції з науково-дослідних установ та учгоспів вузів і технікумів надходило безпосередньо до колгоспів та радгоспів для висівання в насінницьких бригадах і відділках. Тут еліту висівали на ділянках розмноження і одержували І репродукцію, а на 2-й рік на насіннєвих ділянках —

ІІ репродукцію, після чого використовували для висівання на товарних площах ІІІ репродукцію.

У насінницьких господарствах було створено спеціальні бригади або відділки на чолі з агрономом-насіннярем, нарізалися спеціальні насінницькі сівозміни, будувалися сховища та застосовувалася відповідна техніка для вирощування і доробки високоякісного насіння. Насінницькі господарства держава забезпечувала в першу чергу сільськогосподарською технікою, мінеральними добривами та пестицидами.

За умов інтенсифікації сільськогосподарського виробництва зернове господарство перейшло на промислову основу, за винятком його насінництва. Виникло протиріччя: тоді, коли виробництво товарного зерна має промисловий характер, виробництво насіння для потреб товарного господарства характеризується розпорошеністю і великими затратами ручної праці. Подолати це протиріччя і відставання насінництва можна було приведенням його у відповідність з промисловим виробництвом зерна. Назріла потреба переведення виробництва насіння на промислову основу.

Для вивчення можливості спеціалізації насінництва за пропозицією Міністерства сільського господарства України і Миронівської селекційно-дослідної станції Кагарлицький район Київської області та Лубенський район Полтавської області перейшли на нову форму виробництва і підготовки насіння (рис. 14.1). Після вивчення досвіду ведення насінництва в цих районах було вирішено з 1969 р. перевести на таку систему ще 25 районів України.



Рис. 14.1. Схема повної форми організації насінництва зернових і олійних культур

Науково-дослідні установи — оригінатори нових сортів вели первинне насінництво й забезпечували у потрібній кількості насінням супереліти або еліти елітно-насінницькі господарства науково-дослідних установ та навчально-дослідні господарства вузів і технікумів.

Вони щороку вирощували насіння еліти або І репродукції і продавали його безпосередньо насінгоспам І групи в потрібних розмірах. Спеціально відібрані в районі 1 – 2 кращих господарства (насінгоспи І групи) вирощували насіння І або ІІ репродукції для повного забезпечення потреби в насінні насінницьких господарств ІІ групи. Спеціально відібрані з кращих колгоспів і держгоспів 4 – 7 господарств на район (насінгоспи ІІ групи) вирощували насіння ІІ або ІІІ репродукції для повного забезпечення ним усіх господарств району для висівання на товарних посівах і створення потрібних страхових фондів. Насінгоспам ІІ групи насіння І або ІІ репродукції відпускали хлібоприймальні підприємства в порядку обміну.

Досвід роботи за такою формою виробництва і підготовки насіння показав, що, як правило, успішно вели насінництво на промисловій основі в тих районах, де на хлібоприймальних підприємствах були склади для оброблення і зберігання насіння, потокові лінії та інші засоби й умови.

Шлях подальшого розвитку й удосконалення насінництва був визначений постановою уряду в 1976 р. – це послідовна спеціалізація й концентрація, переведення його на промислову технологію з урахуванням міжгосподарської кооперації.

Промислове насінництво — новий етап розвитку цієї галузі. При цьому забезпечується найповніша реалізація досягнень селекції прискореним впровадженням у виробництво нових високоврожайних сортів, а застосування насінницької технології гарантує одержання насіння з високими посівними і врожайними властивостями.

Промислове насінництво — це виробництво насіння в спеціалізованих насінницьких господарствах індустріальним методом з використанням механізованих та автоматизованих сушильно-насіннєочисних комплексів і насіннєвих заводів. При цьому вирощування сортового насіння повністю відокремлюється від виробництва продовольчого й фуражного зерна.

Суть цієї системи полягає в тому, що оригінатори нових сортів забезпечують вихідним насіннєвим матеріалом районованих і перспективних сортів дослідно-виробничі господарства науково-дослідних інститутів та навчально-дослідні господарства сільськогосподарських вузів і технікумів, які вирощують насіння еліти або І репродукції в кількості, потрібній спеціалізованим насінницьким господарствам для сортозаміни і сортооновлення. Насінницькі спецгоспи розмножують насіння з розрахунку потреби господарств зони в сортовому насінні для виробництва товарного зерна.

Спеціалізовані насінницькі господарства створюються на основі кращих господарств різних форм власності з високою культурою землеробства, в яких добре організоване насінництво.

При організації спецнасінгоспів ураховують також екологічні чинники в різних ґрунтово-кліматичних зонах, які можуть бути сприятливими для формування повноцінного насіння. Підбирають більш сприятливі зони як у межах великих регіонів, так і в окремих областях і адміністративних районах.

Для цього складають картограми врожайності та посівних властивостей насіння. Основним матеріалом для їх складання є акти апробації та річні звіти про урожайність насіння в конкретних господарствах. Дані про посівні властивості насіння беруть по контрольних одиницях всіх господарств адміністративного району в державних насінневих інспекціях. При складанні картограм використовують також обласні ґрунтові та фізичні карти, а також обласні метеорологічні щорічники.

Найдосконалішою формою організації промислового насінництва є створення науково-виробничих об'єднань (НВО), до складу яких входять, зберігаючи свою юридичну самостійність, наукові і проектно-технологічні установи, конструкторські організації, дослідні заводи (цехи), експериментальні та дослідні господарства, середні спеціальні навчальні заклади та інші сільськогосподарські підприємства з високим рівнем і культурою агротехніки.

Насінництвом цукрових буряків займається НВО «Цукрові буряки», створене на основі Інституту цукрових буряків (Київ), селекцією і насінництвом кукурудзи — НВО «Дніпро», головною установою якого є Інститут зернового господарства УААН (Дніпропетровськ) тощо.

Мережу насінницьких господарств з виробництва гібридного насіння F_1 кукурудзи було організовано ще в 1956 р. Суть цієї системи полягає в тому, що батьківські форми гібридів вирощують у потрібній кількості в науково-дослідних установах і насінгоспах I групи і передають насінгоспам II групи для висівання на ділянках гібридизації. Вирощене тут насіння (качани) першого покоління гібридів надходить на кукурудзокалібрувальні заводи, де його сушать, обрушують, калібрують на фракції, протруюють і в упакованому вигляді щороку відпускають сільськогосподарським підприємствам для висівання на товарних площах (рис. 14.2). Ця система насінництва кукурудзи на промисловій основі вдосконалюється і діє й нині.

З метою поліпшення насінництва в деяких областях України на основі державних дослідних станцій створено науково-виробничі об'єднання «Еліта».

Науково-виробничі об'єднання вирощують насіння еліти і I репродукції, відпускають його насінницьким господарствам, які ви-

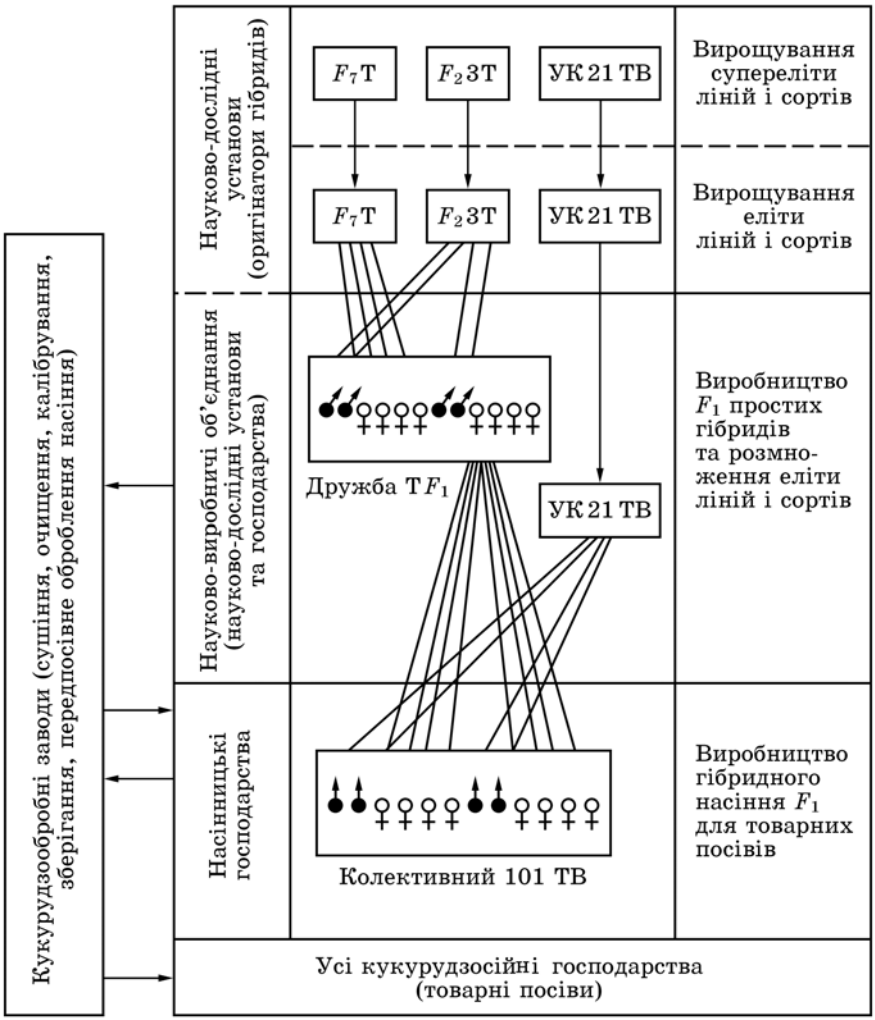


Рис. 14.2. Система виробництва гетерозисного насіння кукурудзи

робляють насіння II і III репродукцій. У НВО швидше впроваджуються досягнення наукових установ. Це дає змогу поліпшувати посівні та врожайні властивості насіння, скорочувати строки впровадження і збільшувати площу висівання нових сортів і гібридів.

З реформуванням сільського господарства, зміною власності на землю нині в Україні ведуться пошуки вдосконалення організації та структури промислового насінництва.

За роки незалежності України держава здійснила низку заходів з поліпшення організації насінницької галузі. Введено такі державні стандарти:

ДСТУ 2240–93 «Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови»;

ДСТУ 4138–2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості»;

ДСТУ 2949–94 «Насіння сільськогосподарських культур. Терміни та визначення».

Набула чинності «Інструкція з апробації сортових посівів». Ухвалено Закон України «Про насіння і садивний матеріал», який визначає суб'єкти насінництва і розсадництва.

До суб'єктів насінництва належать фізичні та юридичні особи, яким надано право займатися виробництвом, реалізацією та використанням насіння і садивного матеріалу відповідно до законодавства України.

Законодавство складається з цього закону, Закону України «Про охорону прав на сорти рослин», інших законів та нормативних актів.

Право на виробництво і використання насіння надається науково-дослідним установам, навчальним закладам, господарствам, що мають право розмножувати, заготовляти і реалізовувати насіння сортів, якщо їхні виробничі умови відповідають атестаційним вимогам, які встановлює комісія Мінагрополітики України та обласні органи виконавчої влади відповідно до їх компетенції.

Право на виробництво та реалізацію оригінального насіння і еліти надається установам, які за наслідками атестації, проведеної спільною комісією Мінагрополітики України і УААН, визнані придатними для такої діяльності. Це здебільшого науково-дослідні інститути, вищі навчальні заклади, дослідні станції — оригінатори сортів, акціонерні товариства та корпорації, що мають наукові відділи.

Право на виробництво та реалізацію репродукційного насіння, гібридів 1-го покоління надається спеціалізованим насінницьким господарствам та іншим суб'єктам насінництва (фермерським господарствам) за наслідками атестації, проведеної комісією обласного управління сільського господарства. Порядок проведення атестації затверджує Мінагрополітики України.

Суб'єкти насінництва за результатами атестації одержують відповідний паспорт на виробництво і реалізацію насіння відповідних категорій.

Власник сорту може видавати будь-якій особі дозвіл (ліцензію) на використання сорту на підставі ліцензійної угоди.

14.2. Організація насінництва за кордоном

У країнах з розвиненим сільським господарством (США, Франція, Велика Британія тощо) насінництво ведуть на промисловій основі. У них організовано промислові конвеєри з виробництва насіння сільськогосподарських культур. Насінницька робота інтегрується в університетах, наукових центрах і приватних фірмах, розміщених у найсприятливіших агрокліматичних умовах.

У 70 – 80-х роках ХХ ст. структура насінницької галузі розвинених країн істотно змінилася у зв'язку зі злиттям насінницьких фірм з великими хімічними, фармацевтичними та нафтохімічними компаніями і корпораціями та створенням у них насінницьких відділів, які широко використовують біотехнологічні методи в селекційних і насінницьких дослідженнях.

Насінницькі фірми постійно враховують зміни, які відбуваються в насінницькій і суміжних з нею галузях. Цей процес зумовив необхідність існування підприємств (фірм), об'єднання їх у відповідні корпорації, компанії, кооперативи, що здійснюють торгівлю насінням, та об'єднання зусиль насінницьких і селекційних установ.

Державний сектор забезпечує контроль за якістю виробленої продукції, регулює проблеми, пов'язані з вихідним матеріалом для селекції, організовує збір і пропаганду нових досягнень і таким чином стимулює розвиток промислового насінництва.

У свою чергу, приватний сектор, здійснюючи безпосереднє виробництво і постачання насіннєвого матеріалу, не тільки забезпечує розширення виробництва насінницької продукції, а й збільшує фінансові можливості державного сектора за рахунок податкових зборів.

Отже, насінництво як галузь агропромислового комплексу у провідних країнах ґрунтується на інтеграції державного і приватного секторів (рис. 14.3).

Основними елементами промислового насінництва є: науково-дослідні центри, компанії та фірми — оригінатори сортів; насінницькі підприємства та фірми, які мають власні заводи з доробки насіння; насінницькі господарства, що репродукують насіння, оптову і роздрібну торгівлю.

Нині у насінницькій галузі найбільшими є транснаціональні компанії: «Піонер», «Монсанто», «Де-калб-Пфіцер» (США), «Сандоз Сіба Гейгі Ltd» (Швейцарія), «Лімагрен» (Франція), «КВС» (Німеччина) тощо. Цим компаніям належить 13 % загального світового

комерційного ринку насіння. За своєю формою операції мають міжнародний характер. Обсяг насіння гібридів кукурудзи, якими володіють компанії США, становить 24 % загального комерційного ринку насіння.

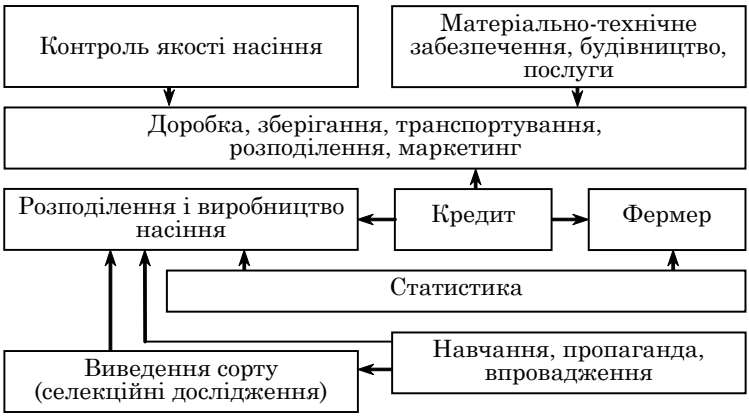


Рис. 14.3. Загальні взаємозв'язки в насінницькій галузі та її окремі структурні елементи

У насінницькій галузі значна роль належить різним асоціаціям, спілкам, товариствам та іншим об'єднанням, які займаються виробництвом насіннєвої продукції, маркетингом, розподілом, контролюють якість насіння. Так, членство в Американській асоціації з торгівлі насінням (ASTA) гарантує її учасникам захист і пропаганду їхніх інтересів. Такі самі асоціації функціонують у Канаді (CSGAF — Канадська асоціація з виробництва насіння; CSTA — канадська асоціація з торгівлі насінням та ін.). Вони разом з міністерством сільського господарства Канади організовують селекційні роботи, впроваджують правові норми у насінницькій галузі, здійснюють контроль за підприємствами, які доводять насіння до посівних кондицій, апробацію сортових посівів тощо.

У Франції Національна федерація фермерів-насіннярів (FNAMS) об'єднує понад 45 тис. висококваліфікованих сільських фермерів, які виробляють насіння супереліти та еліти, має технічний відділ і лабораторію з вдосконалення технології виробництва насіння.

У Данії Асоціація об'єднань датських насіннярів і Об'єднання датських торговців насінням забезпечують виробництво насіння і його реалізацію. Асоціація нараховує 3 тис. членів, які входять у 25 місцевих об'єднань. Вони забезпечують укладання контрактів на

виробництво насіння, регулюють відносини між насіннярем і фірмою.

Наявність різних асоціацій, спілок та інших об'єднань виробників насіннєвої продукції, організацій торгівлі тощо забезпечує відповідну захищеність членів цих об'єднань, стимулює виробництво, розподілення, імпорт, експорт, що дає змогу ефективно функціонувати всій насінницькій галузі в цілому в загальній системі агропромислового комплексу.

Інтенсифікація землеробства ставить високі вимоги до якості насіння, яка забезпечується в процесі його післязбирального оброблення, зберігання і транспортування, системи маркетингу, на частку якого припадає до половини вартості насіння, що підлягає реалізації.

Майже в усіх країнах частка насіння, що реалізується через систему маркетингу, постійно зростає. В світовому масштабі з 1975 по 1985 рр. вона збільшилася на 34 %.

У систему маркетингу входять: насінницькі фірми і компанії, підприємства оптової і роздрібної торгівлі, організації зі зберігання, транспортні фірми та інші агентства (рис. 14.4).

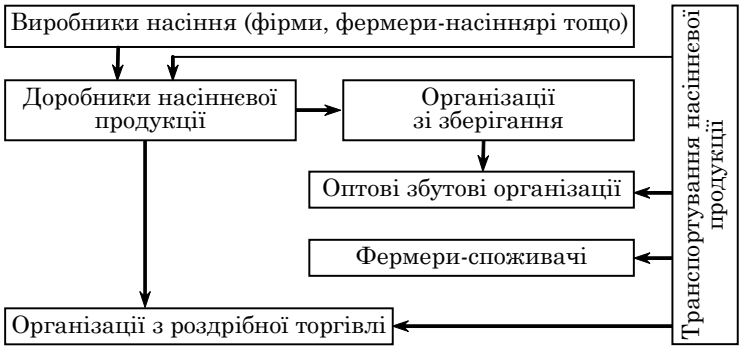


Рис. 14.4. Загальні взаємозв'язки в системі маркетингу насіннєвої продукції

Незважаючи на різні форми організації насінництва, виробляють такі категорії насіння:

- селекційну еліту (breder Seed) — створюють селекційні установи — оригінатори сортів;
- базисне насіння (Forendation Seed) — одержують розмноженням селекційної еліти;
- сертифіковане насіння (certificed) — отримують розмноженням базисного насіння, яке потім продають для виробничих цілей.

Згідно з міжнародними правилами кожна партія насіння повинна мати сертифікат і етикетку відповідного кольору: сертифіковане насіння 1-го покоління — блакитного, 2-го і наступних — червоного.

Базисне насіння повинно мати сортову чистоту не менше ніж 99,9 %: сертифіковане 1-го покоління — 99,7; 2-го і наступних — 99 %.

Основним методом первинного насінництва зернових культур у більшості країн світу є індивідуальний добір упродовж 1 – 2-х років.

Насінництво зернових культур у США починається з того, що кращі за даними випробування сорти служба з впровадження рекомендує для висівання в певних зонах. Потім фермери-насінняри приступають до масового розмноження насіння. Збереження продуктивності сортів у процесі масового розмноження вважається одним із головних завдань насінництва. У США насінництво зернових культур проводять за схемою: первинне розмноження вихідного матеріалу, виробництво насіння еліти, виробництво насіння I репродукції до повного забезпечення потреб фермерських господарств у насінні для виробничих посівів.

Спеціалізація насінництва в США дає можливість зосередити виробництво насіння в найсприятливіших ґрунтово-кліматичних умовах. Так, кукурудзу на зерно вирощують в одній зоні, а насіння для висівання — в іншій. Наприклад, насіння кукурудзи для північної частини США виробляють на 500 – 600 км південніше — в кукурудзяному поясі (штати Арканзас, Луїзіана, Техас, Каліфорнія), де не буває приморозків, триваліший вегетаційний період і вища врожайність насіння. Цього ж дотримуються при вирощуванні насіння озимої пшениці, ячменю, вівса, сорго, багаторічних трав, картоплі.

Контрольні запитання і завдання

1. Що ви знаєте про історію розвитку насінництва в Україні? **2.** Назвіть основні закони уряду з насінництва. **3.** Які організаційні заходи насінництва в Україні? **4.** Принципи організації насінництва за кордоном.

Розділ 15
СОРТОВІ ТА ВРОЖАЙНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ

15.1. Сорт і гетерозисний гібрид як об'єкти насінництва

У системі агротехнічних та організаційних заходів щодо підвищення і забезпечення стабільності врожаїв сільськогосподарських культур провідне місце належить сортовому насінню, через яке реалізуються потенційні можливості сорту, і навпаки, найбільш високопродуктивний сорт дає низький урожай при сівбі низькоякісним насінням. Тому об'єктами насінництва є сорт рослин (клон, лінія), гібрид (популяція, сортосуміш), які становлять сукупність рослин тієї або іншої, створеної шляхом селекції культури, що має певні спадкові морфологічні, біологічні та цінні господарські ознаки і властивості. До об'єктів належать також насіння і садивний матеріал, насіннєві посіви та насадження.

Сорт є одним із основних засобів сільськогосподарського виробництва, від генотипу якого значною мірою залежать реалізація біопотенціалу поля, ефективність меліоративних і агротехнічних заходів, особливо за несприятливих умов середовища.

Біологічний потенціал поля визначається генетичними особливостями сорту чи гібрида, екологічними ресурсами конкретної ділянки і технологією вирощування.

За останнє десятиріччя в підвищенні врожайності сільськогосподарських культур зросла роль сорту. За підрахунками спеціалістів, зростання врожайності у світовій практиці землеробства в цілому забезпечується однаковою мірою за рахунок як агротехніки, так і впровадження нових, досконаліших сортів і гібридів. Однак потенціальні можливості сорту чи гібрида можуть бути реалізовані лише за високої якості насіння.

У виробничих умовах сорт поступово погіршується. Для підтримання всіх цінних біологічних властивостей сорту і гібрида на високому рівні на всіх етапах вирощування насіння застосовують спеціальні насінницькі методи і заходи: добір типових здорових рослин і потомств у первинних ланках насінництва при виробництві оригінального насіння та на ділянках гібридизації при вирощуванні гібридного насіння 1-го покоління; вирощування рослин за оптимальних агротехнічних умов, які сприяють формуванню високоврожайного насіння; запобігання пошкодженню посівів і насін-

ня хворобами та шкідниками; проведення видового і сортового прополювання; виділення для висівання найбільш повноцінних фракцій. Одержане за таких умов насіння забезпечує збільшення врожайності на товарних посівах (за даними багатьох вчених) на 2 – 3 ц/га. Ось чому так важливо щороку забезпечувати на насіннєвих посівах комплекс агротехнічних, фітосанітарних і організаційних заходів, спрямованих на одержання насіння з високими врожайними властивостями.

Господарства України щороку 93 – 98 % площ під озимі і ярі зернові культури засівають насінням високих репродукцій. Частка сортів і гібридів, занесених до Реєстру сортів рослин, становить 94 – 95%, з них української селекції — 75 – 78 %. Це значною мірою впливає на підвищення врожайності.

15.2. Залежність рівня врожайності від якості насіння

Насіння переважно визначає рівень урожайності, і чим воно краще, тим вища врожайність. За даними І.Г. Строни, завдяки впровадженню нових сортів урожайність зернових культур у виробництві підвищувалася в середньому на 1 ц/га за кожні п'ять років, а весь останній приріст урожайності досягається за рахунок агротехніки й насінництва. На частку насінництва припадає приблизно 30 – 32 %.

Насіння високої якості порівняно із звичайним забезпечує приріст урожаю близько 2 – 3 ц/га. Цей резерв підвищення врожайності слід використовувати в сільському господарстві, тому вимоги до якості насіння мають бути високими.

Сортові властивості насіння — це сукупність показників, що характеризують належність насіння до відповідного сорту і характеризуються переважно ступенем їх чистосортності. Так, у м'якої і твердої озимої та ярої пшениці сортова чистота має відповідати таким вимогам стандарту: ОН — не менше ніж 99,9 %; ЕН — 99,7; РН-1-3 — 98 і РН-h — 97 %.

Сортові властивості залежать від генотипу самого насіння, тобто якщо насіння належить до високопродуктивного сорту, то його потенціальні можливості дають змогу вирощувати високий урожай, а якщо до низькопродуктивного, то навіть при висіванні насіння високих репродукцій високий урожай одержати неможливо.

Урожайні властивості насіння — це здатність різного насіння одного генотипу за однакових агротехнічних умов давати різні врожаї, а рослини, одержані з насіння з різними врожайними властивостями, можуть відрізнятися за фенотиповими і цінними

господарськими ознаками. Отже, врожайні властивості насіння — це сукупність його властивостей і ознак, здатних відповідно впливати на формування посіву як фотосинтезуючої системи — його структуру, ріст, розвиток, що зрештою визначає рівень біологічного й господарського врожаю (М.О. Кіндрук, Л. К. Січняк, О. К. Слюсаренко).

Урожайні властивості насіння пов'язані з фенотиповою мінливістю і мають модифікаційний характер.

Кліматичні й метеорологічні чинники, агротехніка, технологія насінництва — все це формує врожайні властивості насіння. Різниця в урожайності одного і того самого сорту залежно від умов формування насіння на материнських рослинах може досягати 80 – 120 %.

Першим з цих чинників є ґрунт. Дослідженнями Селекційно-генетичного інституту (Одеса) встановлено, що відмінність в урожайних властивостях насіння, вирощеного на різних типах ґрунту, невелика і виявляється не в усі роки. Найнижчі врожайні властивості насіння озимої пшениці формувалися на бурих чорноземах, оскільки вони містять мінімальну кількість азоту і фосфору. При збалансованому вмісті NPK відмінності у формуванні врожайних властивостей насіння на всіх типах ґрунту не спостерігалося. Це свідчить про те, що вплив ґрунтових відмінностей на формування врожайних властивостей насіння залежить здебільшого від рівня поживних речовин у них. Якогось специфічного впливу типу ґрунту не встановлено.

На формування врожайних властивостей насіння значною мірою впливає температура, особливо в період від колосіння або появи волоті до дозрівання. Найурожайніше насіння формується, коли середньодобова температура становить 15 °С. Як підвищення, так і зниження температури повітря в цей період погіршують урожайні властивості насіння. Безпосередніми наслідками цього є: за зниженої температури — зменшення польової схожості; за підвищеної — різке зниження виживаності рослин.

Дія світла впливає на рослини в двох напрямах: як енергетичний чинник визначає продуктивність фотосинтезу, а також виконує регуляторну роль через різні системи.

З посівних властивостей залежно від фотоперіоду змінюється насамперед маса і показники сили росту насіння. В озимої пшениці виявляється тенденція підвищення крупності зерен і маси сухої речовини проростків та корінців при збільшенні тривалості дня. На такі показники, як лабораторна схожість, енергія і дружність проростання, кількість проростків при визначенні сили росту, тривалість фотоперіоду істотно не впливає.

У дослідах Селекційно-генетичного інституту при безперервному освітленні (порівняно з 8-годинним днем) урожайність потомства насіння озимої пшениці підвищувалася майже в 1,5 раза.

Італійський вчений Дж. Ацці зазначив різний вплив на зародок та ендосперм одних і тих самих умов зовнішнього середовища. Під певним впливом чинників середовища і фізіологічного стану материнських рослин зародок та ендосперм виконують нерівнозначні функції у виявленні продуктивності насіння. Зародок у насінні виконує переважно генетичну функцію. У ньому закладено механізм і програму розгортання спадкової інформації. Запасні речовини ендосперму забезпечують реалізацію цієї програми і виявлення потенційних можливостей генотипу. Якість ендосперму зумовлює реалізацію можливостей зародка. Лімітувальні чинники в комплексі умов формування і реалізації продуктивності насіння створюють різні варіації модифікаційного характеру і, отже, впливають на врожайні властивості.

15.3. Різноякісність насіння та її значення в насінництві

Кожна насінина має певні біологічні властивості, які визначають її якість. Відмінності в якості можуть бути як морфологічного, так і фізіологічного характеру. Навіть у межах одного сорту, в тому числі і в самозапильних рослин, одна насінина біологічно відрізняється від іншої, зберігаючи загальні ознаки сорту.

Якість насіння може бути позитивною (крупність, продуктивність, ранньостиглість) або негативною (щуплість, пізньостиглість). Тому важливо знати чинники, що впливають на розвиток насіння, для використання їх у практиці насінництва.

Якість насіння є складним комплексом його генетичних і фізіолого-біохімічних властивостей, які можуть сильно змінюватися при збереженні генотипу сорту.

Модифікаційні зміни, що акумулюються насінням, значною мірою визначають і розвиток майбутнього покоління. Отже, різноякісність насіння є виявом модифікаційної мінливості. Це явище поширене в рослинному світі. Воно виявляється в тому, що насіння однієї рослини або навіть колоса, волоті, качана, коробочки нерівнозначне за своїми морфологічними, анатомічними та фізіолого-біохімічними властивостями. Причиною цього є неоднаковість проходження морфогенезу, нерівноцінність статевих елементів, які беруть участь у заплідненні, відмінності в діяльності асиміляційного апарату, живлення мінеральними речовинами і постачання водою.

Першу спробу класифікації різноманітності насіння зробив Т.Р. Тамберг. Проте вона не була визнана в науковому світі. Загальновизнаною як серед вітчизняних, так і серед зарубіжних вчених є класифікація Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва (І.Г. Строна). Згідно з цією класифікацією є три категорії різноякісності: екологічна, генетична, матрикальна.

Екологічна різноякісність насіння є наслідком взаємодії організму і умов зовнішнього середовища. Вона зумовлена вирощуванням рослин на різних ґрунтах, дією метеорологічних та інших чинників, які впливають на забезпечення насіння водою та метаболітами під час його формування, що призводить до зміни його фізичних, морфологічних і фізіолого-біохімічних ознак та властивостей. Екологічна різноякісність насіння не є спадковою, проте значною мірою впливає на його врожайні властивості.

Генетична різноякісність виникає як наслідок поєднання спадковостей батьківських форм, тобто різних гамет або різного перебігу процесу запліднення.

У перехреснозапильних культур біологічно різнорідне потомство завжди зумовлене злиттям гамет з різною спадковістю при заплідненні. Тому в межах рослин насіння утворює гетерогенну популяцію.

У самозапильних культур генетична різноманітність виявляється менше, ніж у перехреснозапильних. Найпомітніша вона у самозапильних рослин, схильних до спонтанного перехресного запилення. У зв'язку з цим у межах рослини і суцвіття одночасно з гомозиготним насінням формується і гетерозиготне. Частота виникнення таких зерен визначається здатністю сорту до відкритого цвітіння. Генетична різноякісність може бути також наслідком мутаційної мінливості, особливо при генних мікромутаціях, які постійно відбуваються в організмі. Ці мутаційні зміни залучаються до перехресного запилення і посилюють генетичну різноманітність насіння.

Чоловіча стерильність рослин, яка виникає спонтанно, зумовлює формування зерна лише за рахунок перехресного запилення і також є причиною різноманітності насіння в межах сорту.

Матрикальна (материнська) ***різноякісність*** є наслідком різного розміщення насіння на материнській рослині. Вона залежить від умов розвитку зародка у зв'язку з різним забезпеченням елементами живлення, неоднаковим перебігом етапів органогенезу і анатомічних особливостей окремих органів рослин.

Однією з причин материнської різноякісності є асинхронність органоутворювальних процесів у різних пагонах рослин. Різноякісність пагонів рослин і сформованого на них насіння є результатом неоднакового надходження поживних речовин, яке визначається розвитком кореневої системи.

Усі три форми різноякісності взаємопов'язані, проте насінняр має розуміти їх природу.

Великою кількістю дослідів на багатьох культурах доведено, що насіння першого строку формування має вищі біологічні та продуктивні властивості. У цьому разі поєднання матрикальної й екологічної різноякісності, яке зумовило ранню появу насіння, дає значний ефект. Таке насіння забезпечує вищий урожай, ніж з усієї рослини в цілому. Цю біологічну закономірність потрібно враховувати при вирощуванні насіння.

Різноякісність насіння зумовлюється місцем його формування на рослині. Відмінності в насінні визначаються ще до запліднення. Це виявляється як за біологічними властивостями репродуктивних органів, так і за надходженням поживних речовин до насіннєвого зародка.

Однією з умов формування різноякісного насіння є час закладання генеративних органів і різні темпи проходження етапів органогенезу. Ступінь диференціації залежить від часу сегментації конуса наростання із закладанням колоскових горбків. Як правило, що вищі порядок і ярус закладання, то швидше розвиваються генеративні органи. На багатьох культурах показано, що насіння в межах суцвіття різноякісне і завжди краще у верхній частині волоті, у периферійній частині кошика, в середній частині колоса, причому це насіння зберігає свої властивості і в кількох наступних поколіннях.

Вплив місця формування насіння на ріст і розвиток рослин чітко простежується і в інших культур. Так, за даними Санкт-Петербурзького сільськогосподарського інституту рослини гречки, які виросли з насіння різних ярусів (верхній, середній, нижній), відрізняються за тривалістю вегетаційного періоду. Рослини, одержані при висіванні насінням верхнього і середнього ярусів, мали триваліший період розвитку і були краще розвиненими.

У цукрових буряків (Білоцерківська дослідно-селекційна станція) встановлено залежність між різноякісністю насіння і врожаєм. Насіння, сформоване з квіток більш раннього цвітіння (центральної частини рослин), має підвищену масу 1000 насінин і дає вищі врожаї коренеплодів і цукристість, ніж насіння з периферійної частини куща.

Насіння, сформоване на головному стеблі, за посівними і врожайними властивостями значно краще, ніж насіння, сформоване на стеблах другого і наступних порядків. Про це свідчать дані, одержані у Селекційно-генетичному інституті (В.М. Насипайко, Г.А. Білоус) (табл. 15.1).

Дослідження показують, що агротехнічними засобами на насінницьких посівах можна збільшувати частку головних і першого порядку стебел, що дасть змогу підвищити врожаї зернових культур.

Таблиця 15.1. **Посівні та врожайні властивості насіння озимої пшениці із стебел різних порядків сорту Безоста 1**

Порядок стебел за часом утворення	Висота стебел, см	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса зерна з колоса, г	Маса 1000 зерен, г	Сила росту (маса 100 проростків), г	Маса сирих коренів на 22-гу добу, г	Урожайність	
							І покоління, г/ділянка	ІІ покоління, ц/га
Головні стебла	106	18,3	1,67	45,6	7,94	12,4	528,5	41,7
Ранньоосіннього кущіння	99	16,5	1,31	42,4	7,13	9,7	503,2	41,5
Пізньоосіннього кущіння	84	14,7	0,99	37,8	6,57	8,2	431,9	41,3
Весняного кущіння	67	13,1	0,78	31,7	4,41	5,3	423,8	40,5

На кафедрі селекції та насінництва колишнього Білоцерківського сільськогосподарського інституту вивчали вплив різноякісності насіння озимої пшениці та ярого ячменю, зумовленої вирощуванням материнських рослин за різних норм та строків висівання, на врожайні властивості (С.П. Васильківський, В.І. Князюк, Г.Я. Тарасенко). Найкращі врожайні властивості мало насіння, вирощене при підвищених нормах висівання, що збільшувало вихід насіння з колосів головних стебел та стебел першого порядку.

Результати цих досліджень свідчать про те, що на Поліссі і в Лісостепу на насінних ділянках озимої пшениці та ячменю слід застосовувати підвищені норми висіву (оригінатор сорту, як правило, рекомендує на виробничих посівах норму висіву в певних межах від вищої до нижчої, а на насіннєвих посівах — вищу), які забезпечують в урожаї високу частку насіння з колосів головних стебел (табл. 15.2).

Таблиця 15.2. **Вплив різноякісності насіння ярого ячменю сорту Носівський 2 на його врожайні властивості**

Норма висіву материнських рослин, млн/га	Кількість головних стебел у посіві, %	Сила початкового росту (маса 100 абсолютно сухих проростків), г	Урожайність зерна, ц/га	
			Материнських рослин	При пересіванні
3,0	30,3	8,5	29,9	31,7
3,5	32,3	8,8	29,9	33,3
4,0	37,9	9,3	30,9	34,6
4,5	38,5	8,9	29,1	35,7
5,0	45,4	7,7	29,3	33,5
$НІР_{0,95}$			0,66 ц	1,23 ц

Різностроковe формування насіння в колосі, волоті, качані сприяє неоднаковому нагромадженню метаболітів, що є одним із важливих чинників, які зумовлюють різноякісність. Це пов'язано як з різною дією на формування насіння умов зовнішнього середовища (інтенсивність і тривалість освітлення, температура, вологість тощо), так і з неоднаковим забезпеченням його поживними речовинами.

15.4. Причини погіршення сортів

Нові високоврожайні сорти є важливим чинником інтенсифікації сільського господарства, однак у процесі розмноження і вирощування у виробничих умовах їх сортові властивості поступово погіршуються. Розглянемо основні причини їх погіршення.

Механічне засмічення. Воно може відбуватися в сівалках, тарі, комбайні, при очищенні і сортуванні, в коморах тощо. Механічне засмічення озимої пшениці житом, озимим ячменем, ярого ячменю вівсом, і навпаки, понад допустимі норми призводить до вибраковування сортових посівів при апробації.

Швидкість погіршення посівів унаслідок засмічення досліджено у Селекційно-генетичному інституті (Одеса). Досліди проводили із сумішами озимої пшениці і жита. У штучній міжродовій суміші було 90 % зерен озимої пшениці сорту Одеська 16 і 10 % озимого жита сорту Одеське 1. У перший рік збирання врожаю кількість зерен озимої пшениці зменшилася до 68,4 %, а жита — зросла до 31,6 %, на другий — відповідно до 7,8 і 92,2 %, на третій рік озиме жито практично повністю витіснило озиму пшеницю із суміші. Аналогічні дані одержали також інші дослідники.

За виробничих умов у насінницьких посівах особливо небезпечною є видова домішка, коли озима пшениця засмічена житом, м'яка пшениця — твердою, овес — вівсюгом і ячменем, ячмінь — вівсом і пшеницею. Ці домішки важко відокремлюються при очищенні насіння і знижують його врожайні та сортові властивості.

Природне перезапилення (біологічне засмічення). У природі не існує абсолютних самозапилювачів.

Для сортових посівів перехреснозапильних культур встановлено відповідні норми просторової ізоляції, яких слід суворо дотримуватися. Для посівів самозапильних культур такі норми не встановлено, хоча спонтанна гібридизація можлива між рослинами багатьох самозапильних культур, особливо пшениці. За даними А.П. Горіна, у пшениці спонтанна гібридизація за умов Підмосков'я досягла в середньому 0,2 %, а в південніших районах Росії була значно вищою.

Небезпека перезапилення пилком іншого сорту й виду особливо велика для перехреснозапильних культур. Без відповідної просторової ізоляції сортові посіви слід вибраковувати. Природне перезапилення знижується до мінімуму, якщо в посівах немає механічних домішок інших культур і витримано просторову ізоляцію.

Розщеплення. Воно відбувається внаслідок гетерозиготності сорту гібридного походження. Форми, які з'являються в результаті розщеплення, стають сортовою домішкою і розмножуються з коефіцієнтом, приблизно таким самим, як і рослини основного сорту. Ці домішки потрібно видаляти на всіх етапах розмноження сорту.

Поява мутантів — це безперервний біологічний процес, який відбувається в рослинному світі в невеликих обсягах. Спонтанні мутанти, як правило, погіршують сортову популяцію не кількістю, а можливістю перезапилення з іншими рослинами, отже, в сферу дії мутанта залучаються численні рослини.

Зниження імунітету і збільшення захворюваності рослин. Насіння дуже швидко уражується хворобами, особливо новими расами патогенів, тобто нові, стійкі до хвороб сорти через кілька років втрачають свій імунітет. Отже, боротьба з хворобами є обов'язковою на всіх етапах насінницької роботи. Особливо велику роботу здійснюють у первинних ланках насінництва, де сорт можна повністю позбавити різних хвороб.

Екологічна депресія сорту. За своєю природою сорти бувають з широкою екологічною пластичністю і малопластичні. Перші здатні давати високий врожай у різних зонах, за різних екологічних обставин, інші — лише в певних локальних зонах, що пояснюється їх реакцією на зміну зовнішніх умов.

Якщо немає гармонії між біологією сорту і навколишнім природним середовищем, то порушуються фізіологічні функції організму, що призводить до послаблення його життєздатності, депресії і зрештою до значного зниження продуктивності та якості насіння. Тому для насінництва кожного сорту слід підбирати оптимальні зони.

З переходом насінництва до промислових методів виробництва зростає значення спеціалізованих зон вирощування сільськогосподарських культур для одержання високоякісного насіннєвого матеріалу з максимально можливим набором його позитивних властивостей.

15.5. Формування насіння з позитивними модифікаційними властивостями

Розвиток насінини — складний біологічний процес, що відбувається з моменту утворення і до повної її стиглості.

Насіння утворюється внаслідок злиття двох гамет. Для самого акту запліднення потрібне одне пилкове зерно, однак у природі завжди спостерігається надлишок пилку на кожну яйцеклітину.

Підрахунками встановлено, що на кожну яйцеклітину припадає така кількість пилкових зерен, шт.: у пшениці — 6000, гороху — 3750, бавовнику — 500. Одне чоловіче суцвіття кукурудзи може давати до 50 млн пилкових зерен.

Роль пилку не обмежується лише актом запліднення, а є багатогранною в статевому процесі. Навіть тоді, коли пилкова трубка не бере безпосередньої участі в статевому акті, але проникає в зародковий мішок, її вміст значною мірою впливає на розвиток насінини.

Ч. Дарвін дійшов висновку, що чоловічий елемент впливає не тільки на зародок, а й одночасно на різні частини материнської рослини.

Для процесу запліднення важливою є якість пилку, який бере участь у заплідненні. Відомо, що перехреснозапильні рослини при запиленні своїм пилком утворюють мало насіння. Отже, для нормального проходження процесу запліднення потрібна не тільки велика кількість пилку, а й пилок певної якості.

Ч. Дарвін вважав, що в ході статевого процесу взаємодіють багато пилкових зерен і яйцеклітина квітки. Він розумів запліднення рослин як складний фізіологічний процес, який ґрунтується на вибірковості материнською рослиною статевих елементів. Причини вибірковості Ч. Дарвін вбачав у різноякісності гамет, зумовленій взаємодією різних умов зовнішнього середовища.

Отже, тільки з повноцінних статевих клітин можна мати потомство з високою життєздатністю, тому потрібно створювати оптимальні умови для запилення рослин на насіннєвих посівах.

Висока якість пилку може бути тільки у здорових рослин. Забезпечення нормальних умов запилення і запліднення є обов'язковим у насінництві. Цього досягають різними способами: висівають батьківські форми в різні строки, широко використовують бджіл для запилення. На посівах перехреснозапильних культур проводять додаткове штучне запилення, що підвищує масу 1000 насінин, їх життєздатність і врожайні властивості.

Особливо важливе значення додаткове запилення має на насінниках цукрових буряків при вирощуванні гібридного насіння на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності. Наявність достатньої кількості пилку для чоловічостерильного компонента є головною умовою одержання насіння з високою схожістю.

Дослідами Інституту цукрових буряків установлено, що навіть одноразове додаткове запилення з використанням гелікоптера, який, пролітаючи зі швидкістю 40 км/год на висоті 5 – 10 м над насінниками, дає позитивний ефект. Циркулюючі повітряні потоки,

створені гелікоптером, переміщують пилок в усі яруси насінників. При цьому пилок-запилювач рівномірно розподіляється в повітряному потоці на рівні квітконосних гілок ЧС-рослин. Порівняно з контролем (без дозапилення) врожайність насіння підвищувалася на 3,0 ц/га, ступінь зав'язування також підвищувався на 4,6 – 7,6 %, енергія проростання зростала на 8 – 10 % завдяки одноразовому дозапиленню (В.А. Доронін, 2003).

Установлено, що погодні умови дуже впливають на посівні та врожайні властивості насіння. Сприятливі для розвитку насіння погодні умови зумовлюють його високі посівні і врожайні властивості.

У дослідах Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва (І.Г. Строна) при вирощуванні насіння озимої пшениці на Полтавській дослідній станції в різні роки, але за однакових агротехнічних заходів різниця між врожаями при пересіванні становила 7,3 ц/га зерна. Причиною цього були тільки метеорологічні чинники в період розвитку насіння.

Послаблення життєздатності насіння сортів ярої пшениці в деякі роки виявив М.М. Кулешов. Залежно від року вирощування життєздатність насіння була різною і кількість рослин, що загинули до збирання врожаю, коливалася від 12,3 до 50,3 %. Це слід ураховувати для ефективного ведення насінництва. Заготовляти насіння для страхових фондів та інших запасів потрібно насамперед у роки, сприятливі для його формування. З такого насіння можна очікувати вищі врожаї.

Дуже відповідальним чинником, який визначає формування якості насіння, є строки збирання. Порушення природного ходу дозрівання насіння змінюють його біохімізм, тобто виявляється нова якість насіння.

Дослідження багатьох вчених довели факт підвищення посівних і врожайних властивостей насіння при збиранні у фазі воскової стиглості. При цьому не простежується глибоких перетворень низькомолекулярних органічних сполук у високомолекулярні форми, поживні речовини і ферментативна система перебувають у більш лабільному стані.

За даними Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва (І.Г. Строна), насіння озимої пшениці, зібране у фазі воскової стиглості, мало вищі масу, вирівняність, енергію проростання і силу росту порівняно з насінням, зібраним у фазі повної стиглості. Насіння, зібране у фазі воскової стиглості, в потомстві мало підвищену життєздатність, урожайність на 10 – 15 % вищу порівняно з насінням, зібраним у фазі повної стиглості.

З агрономічної практики відомо, що при ранньому виляганні хлібів зерно формується щуплим, з гіршими технологічними властивостями.

Дані наукових досліджень засвідчують, що насіння з полеглих рослин дає в потомстві рослини, дещо ослаблені в загальному розвитку; вони мають меншу масу з одиниці площі і короткий колос, нижчу продуктивність і значно зменшену кількість колосоносних стебел.

15.6. Екологічні основи насінництва

Екологія — наука, яка вивчає умови існування живих організмів і взаємозв'язки між організмами та середовищем їх існування.

Екологія (від грец. oicos — дім і logos — наука) — це наука про зв'язок організмів із середовищем. Ця наука виділяє рослини з тісно переплетеного комплексу організмів біосфери і досліджує характерну поведінку окремих видів залежно від умов навколишнього природного середовища та впливу зовнішніх чинників на склад рослинного покриву й конкуренцію між окремими рослинами у фітоценозі.

Предмет «Екологія насіння» — це новий напрям, який розвивається на стику екології рослин, насіннєзнавства та інших біологічних наук. На основі екології вивчають формування посівних і врожайних властивостей насіння. Основне завдання екології насіння — дослідження взаємозв'язку між умовами вирощування, підготовки, зберігання і проростання насіння та його біологічними властивостями, а також вивчення умов, за яких насіння найповніше реалізує свою потенційну продуктивність.

Для вивчення екології насіння важливо визначити, які періоди онтогенезу материнської рослини та насіння є оптимальними для дослідження впливу на них екологічних чинників. І.Г. Строна і М.М. Макрушин пропонують вивчення екології насіння обмежити періодом від ембріонального розвитку насіння до початку автотрофного живлення рослини, яка з нього виросла. Вони виокремлюють в екології насіння три етапи: формування, оброблення і зберігання, проростання. М.О. Кіндрук, Л.К. Січняк, О.К. Слюсаренко (Селекційно-генетичний інститут, Одеса) вважають, що предмет екології насіння в широкому розумінні має вивчати не тільки чинники формування, оброблення, зберігання і проростання насіння, а й умови вирощування материнських рослин та їх потомства. Вони запропонували нову схему екологічних чинників, що визначають екологію насіння. Основні чинники зовнішнього середовища згруповані за етапами екології насіння: вирощування материнських рослин і формування насіння; збереження і поліпшення його властивостей; вирощування дочірнього покоління й реалізація врожайних властивостей насіння.

До першої групи належать чинники, що безпосередньо впливають на насіння в період його формування, збирання, передпосівної підготовки і проростання: температура, освітлення, волога, спосіб збирання, сортування, мікрофлора, шкідники тощо.

Друга група охоплює чинники, які впливають на материнські рослини в період вегетативного росту і формування генеративних органів, тобто до початку утворення насіння: родючість, фізичні та хімічні властивості ґрунту, агротехнічні й біотичні чинники.

Дослідження, пов'язані з вивченням впливу різних чинників на врожайні властивості насіння, в Україні проводилися переважно у двох напрямах: вплив ґрунту (природної родючості, добрив, агротехніки); вплив кліматичних чинників (географія, погодні умови).

У Селекційно-генетичному інституті на великій кількості сортів вивчався вплив попередників на врожайність насіння і було показано, що її рівень залежить здебільшого від сорту. В цілому вплив попередників незначний і не завжди кращий із них поліпшує врожайні властивості насіння. Подібні результати, які отримав С.М. Білецький на Луганській дослідній станції, свідчать про те, що чорний пар — не кращий попередник при вирощуванні насіння. Кращим було насіння озимої пшениці, вирощене після непарових попередників.

Найбільша кількість досліджень чинників першого напряму пов'язана з використанням добрив для поліпшення врожайних властивостей насіння, проте у цьому питанні не існує єдиної думки як серед агрономів-практиків, так і серед учених. Результати багатьох досліджень засвідчують, що вирощування насіння на багатому агрофоні забезпечує в потомстві вищий урожай.

Окремі дослідники у різних зонах країни або спостерігали незначний ефект післядії добрив, або зовсім не виявляли позитивної дії агрофону на врожайні властивості насіння. Зокрема, в дослідах кафедри селекції та насінництва Білоцерківського сільськогосподарського інституту кращі врожайні властивості мало насіння озимої пшениці, вирощеної на фоні мінерального добрива $N_{45}P_{60}K_{60}$. Застосування підвищених доз $N_{60}P_{90}K_{90}$ не впливало на формування насіння з підвищеними посівними і врожайними властивостями, а в окремі роки навіть знижувало їх.

Щодо впливу окремих елементів мінерального живлення на підвищення врожайних властивостей насіння думки науковців також неоднозначні, хоча більшість вчених зазначає позитивний вплив фосфору і калію та негативний вплив надлишку азотних добрив.

За даними Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, наявність мікроелементів у ґрунті дуже важлива для насіння. Нестача чи відсутність життєво важливого мікроелемента призводить до виро-

дження насіння. Найбільше вивчено позитивний вплив на формування високоврожайного насіння таких мікроелементів, як бор, манган, цинк тощо. Вплив добрив залежить також від індивідуальної реакції сорту, яка специфічно виявляється за різних природних умов. На формування врожайних властивостей насіння впливають такі способи агротехніки, як норми висіву, способи та строки сівби, глибина загортання насіння, зрошення, способи і строки збирання.

Географічні умови позначаються на врожайних властивостях насіння значно більше, ніж агротехнічні, оскільки в різних географічних районах діє багато чинників (тривалість дня, хімічний склад ґрунту, клімат). Вплив цих чинників зумовлює зміни, які і створюють сумарний ефект урожайності, якості насіння та інших показників потомства.

Широкі географічні досліди, проведені з ініціативи М.І. Вавилова, заклали основу для розв'язання багатьох питань з екології рослин і насіння.

Залежно від типу ґрунту, рельєфу, а також погодних умов у різні періоди вегетації рослин простежуються значні відхилення врожайності та врожайних властивостей насіння. Це слід ураховувати при виокремленні окремих зон, що за природними умовами сприятливіші для вирощування високоякісного посівного матеріалу.

Результати багаторічних досліджень науковців Інституту цукрових буряків показали, що якість цукрових буряків значною мірою залежить від екологічних умов вирощування насіння. Так, найнижчою схожістю характеризувалося насіння, одержане в західній частині Лісостепу України. Схожість насіння, вирощеного в цій зоні, на 4,7 % нижча, ніж у центральній, і на 4 % нижча, ніж у східній частині. Особливо помітно зменшується якість насіння анізоплоїдних гібридів, що пов'язано з несприятливими погодними умовами під час збирання насінників.

Тому найбільшу кількість насіння цукрових буряків виробляють у Центральному Лісостепу України — в зоні, помірно зволоженій і теплій. Гідротермічний коефіцієнт у цій зоні становить 1,1, кількість опадів за вегетаційний період — 295 мм, сума активних температур 2500 – 2550 °С. Майже третину насіння вирощують у східній лісостеповій зоні, яка відрізняється вищою сумою активних температур (понад 2600 °С), меншою вологістю повітря в період цвітіння й утворення плодів.

У західній лісостеповій зоні України виробляють лише десяту частину всього насіння. Для цієї зони характерні підвищена вологість повітря, дещо нижча сума активних температур і порівняно сильна сонячна радіація. Найсприятливішими для створення високого врожаю насіння з добрими посівними і врожайними властивостями є центральна та південна зони Західного Лісостепу.

Дослідження, проведені в західних областях України з озимою пшеницею, ячменем, горохом, показали, що сприятливі зони можна виокремити як у межах великих регіонів, так і в окремих областях і адміністративних районах (М.М. Макрушин, Т.О. Зюбровська). Для цього на основі даних про врожайність і посівні властивості насіння, а також спеціальних географічних експериментів складають картограми. У західному регіоні України виділені зони стійкого насінництва. Це насамперед Західний Лісостеп, Малий Лісостеп і Придністров'я, де ґрунти більш родючі і погодні умови сприятливі для формування високоякісного посівного матеріалу.

Першу карту-прогноз урожайних властивостей насіння озимої пшениці склало Українське республіканське управління з гідрометеорології на основі екологічної моделі в 1987 р. З неї видно, що насіння з підвищеними врожайними властивостями формується в більшості районів Полтавської, Дніпропетровської, Запорізької, на заході Донецької, в окремих районах Луганської та Миколаївської областей, а також у Криму.

Знижені властивості насіння формуються у Волинській, Рівненській, Житомирській, Тернопільській, Хмельницькій, північних районах Львівської, північно-східній частині Харківської, в західних районах Київської, Чернігівської і центральних районах Кіровоградської областей. Погіршення врожайних властивостей насіння в північно-західних областях зумовлене зниженим температурним режимом, підвищеною вологістю повітря та надмірними опадами, особливо в період дозрівання і збирання озимої пшениці. У південних і східних районах це погіршення спричинене підвищеним температурним режимом, відсутністю ефективних опадів і низькою відносною вологістю повітря. На решті території країни врожайні властивості насіння були на рівні середніх.

На підставі аналізу експериментальних даних польових досліджень, багаторічних результатів метеорологічних спостережень, статистичних даних урожайності й фактичного стану посівних властивостей насіння М.М. Гаврилюк, М.А. Литвиненко, М.О. Кіндрук та ін. (2003) визначили зони екологічного районування насінництва озимої пшениці в межах України.

Зона гарантованого насінництва. До цієї зони належать центральна і правобережна частини Лісостепу (Вінницька, Київська, Черкаська області). Тут найвища можливість одержання насіння з високими врожайними властивостями. Імовірність формування насіння з низькими врожайними властивостями — раз в 5 – 14 років.

Зона стійкого насінництва охоплює лівобережну частину Лісостепу (Сумська, Полтавська, Харківська області), райони Північного і Центрального Степу (північні райони Кіровоградської, Дніп-

ропетровської, Луганської та Одеської областей), що межують з Лісостепом. Частота випадків одержання насіння з низькими врожайними властивостями — раз у 4 – 6 років.

Зона нестійкого насінництва. До цієї зони належать південно-східні райони Північного і Центрального Степу (Дніпропетровська, Донецька, Луганська, Запорізька області), Південний Степ, а також Центральне і Східне Полісся (Житомирська, Київська, Чернігівська області). Насіння з низькими урожайними властивостями може формуватися раз у 3 – 4 роки.

Зона ризикованого насінництва охоплює північно-західну частину Полісся (Волинська, Рівненська області), західну частину Лісостепу, північно-західну частину Хмельницької області, гірські та передгірські райони Карпат. Імовірність одержання низьковрожайного насіння в цій зоні — раз у 2 – 3 роки.

Окрім того, у внутрішньообласній зональності можна виокремити дрібні ґрунтово-кліматичні зони з чіткими особливостями природних умов. Таку зональність використовує Державна комісія України з випробування й охорони сортів сільськогосподарських рослин.

Це перші кроки переведення насінництва на екологічну основу. Вони підтвердили, що зональність розміщення насінництва може бути ефективною лише в поєднанні з прогнозом урожайних властивостей насіння.

Головне завдання екологічного насінництва — виявити і не допустити до висівання насіння з низьким рівнем урожайних властивостей, якщо навіть воно має хороші посівні властивості.

Високоврожайне насіння має бути збережене і повністю використане безпосередньо для висівання в зоні вирощування, створення страхових фондів, держресурсів, а також в інших зонах.

Контрольні запитання і завдання

1. Суть сортових і врожайних властивостей насіння. **2.** Яка залежність існує між якістю насіння і врожайністю? **3.** Причини погіршення сортів у процесі їх виробничого використання. **4.** Як сформувати насіння з позитивними модифікаційними властивостями? **5.** У чому полягає суть екологічних основ насінництва?

Розділ 16
СИСТЕМА НАСІННИЦТВА ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР

Селекційно-насінницьку роботу в Україні ведуть на основі єдиної централізованої системи. Ця система об'єднує ланки з виведення (селекція), випробування, реєстрації нових сортів (Державне сортовипробування), масового їх розмноження і заготівлі сортового насіння, здійснення контролю за сортовими (апробація) і посівними (насіннєвий контроль) властивостями насіння.

Завдання основних ланок системи, зв'язок між окремими виконавцями подано у табл. 16.1.

Таблиця 16.1. **Завдання основних ланок системи**

Ланка системи	Завдання	Виконавці
Селекція	Виведення нових сортів та їх первинне розмноження	Науково-дослідні інститути, селекційно-дослідні станції
Сортовипробування	Випробування, оцінювання й занесення до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні	Державна служба України з охорони прав на сорти рослин
Насінництво	Виробництво й розмноження сортового насіння при одночасному поліпшенні й підтриманні його сортових властивостей:	
	а) виробництво оригінального насіння та еліти;	Науково-дослідні установи — оригінатори нових сортів
	б) виробництво насіння еліти і I репродукції;	Дослідні станції, навчально-дослідні господарства сільськогосподарських ВНЗ і технікумів
	в) розмноження насіння еліти і I репродукції для повного забезпечення потреби господарств у насінні для виробничих посівів	Елітно-насінницькі й насінницькі господарства, занесені до Державного і обласного реєстрів виробників насіння й садивного матеріалу
Сортовий і насіннєвий контроль	Контроль за сортовими властивостями насіння (апробація); перевірка посівних і фізичних властивостей насіння	Українська державна, обласні, районні насіннєві інспекції

Система насінництва — комплекс взаємопов'язаних організаційних, наукових й агротехнічних заходів, спрямованих на забезпечення виробництва й реалізації високоякісного насіння садивного матеріалу сільськогосподарських рослин для забезпечення потреб товаровиробників та державного резервного фонду. Система насінництва прогнозує організацію виробництва сортового насіння.

16.1. Система насінництва зернових культур

До 1976 р. в Україні діяла система насінництва зернових культур, затверджена постановою Уряду в 1960 р. Відповідно до цієї системи елітне насіння або I репродукції з науково-дослідних установ та навчально-дослідних господарств сільськогосподарських вищих навчальних закладів (ВНЗ) і технікумів надходило безпосередньо в господарства, де воно розмножувалося на ділянці розмноження і на насінній ділянці. На товарних посівах вирощували III – IV і V репродукції.

Україна була першою республікою колишнього СРСР, де було прийнято рішення про вдосконалення системи насінництва зернових культур з організацією її за внутрішньорайонним принципом та переведенням на промислову основу.

Розглянемо систему промислового насінництва зернових культур (рис. 16.1).



Рис. 16.1. Система насінництва зернових культур

Оригінатори нових сортів забезпечують вихідним насіннєвим матеріалом районованих і перспективних сортів дослідно-виробничі господарства науково-дослідних установ та навчально-дослідні

господарства сільськогосподарських ВНЗ, які вирощують насіння еліти і І репродукції в обсягах, що відповідають потребам у ньому спеціалізованих насінницьких господарств для сортозаміни й сортооновлення. Спецнасінгоспи розмножують насіння з розрахунку потреби господарств своєї зони в сортовому насінні для виробничих посівів і заготівлі їх у державні ресурси. Страхові фонди насіння зернових культур створюються в господарствах у розмірах до 15 % їх потреби.

Для елітно-насінницьких і навчально-дослідних господарств визначено нормативи страхових і перехідних фондів насіння зернових культур: страхові фонди первинних ланок — 100 %; супереліти — 50 % потреби в насінні для закладання цих ланок; насіння еліти і І репродукції зернових культур — 25 – 30 % потреби в насінні для сортозаміни й сортооновлення.

Така форма насінництва сприяла підвищенню рівня механізації та автоматизації процесів і продуктивності праці, зниженню собівартості посівного матеріалу.

Насіння, вироблене спеціалізованими насінницькими господарствами, надходить на насіннєобробні заводи, де його підготовляють, зберігають; звідти відпускають колгоспам, радгоспам та іншим господарствам.

У зв'язку з реформуванням аграрного комплексу України Міністерство АП та УААН 5 липня 1999 р. затвердили «Порядок ведення селекції і насінництва сільськогосподарських культур», за яким по зернових (крім кукурудзи і сорго), олійних культурах і травах науково-дослідні установи — оригінатори нових сортів організовують виробництво насіння первинних ланок та еліти сортів, занесених до Реєстру або визнаних перспективними, і на договірних засадах забезпечують потребу в ньому товаровиробників. Репродуценти, занесені до Державного реєстру виробників насіннєвого та садивного матеріалу, розмножують одержане від науково-дослідних установ насіння для власних потреб і продажу.

Існуючі комплексні пункти з оброблення й зберігання насіння, станції багаторічних трав на договірних засадах приймають від господарств, незалежно від організаційних форм, насіння на дороблення, сушіння й доведення до високих посівних кондицій.

16.2. Система насінництва кукурудзи

Гібриди кукурудзи значно підвищують урожай лише в 1-му поколінні. Це й визначає особливість насінництва культури, тобто є потреба щороку вирощувати таке насіння на ділянках гібридизації.

Виробництво насіння всіх батьківських форм гібридів кукурудзи сконцентровано в науково-дослідних установах і навчально-дослідних господарствах ВНЗ.

Вони вирощують насіння супереліти, еліти, I і II репродукцій самозапилених ліній, їх стерильних аналогів, відновників фертильності; супереліти, еліти, I і II репродукцій сортів, які є батьківськими формами гібридів; насіння простих міжлінійних, трилінійних гібридів, що використовуються як батьківські компоненти різних типів гібридів (рис. 16.2).



Рис. 16.2. Система насінництва кукурудзи

Другою ланкою системи насінництва гібридної кукурудзи є господарства, занесені до Державного реєстру виробників насіння. Вони вирощують насіння 1-го покоління простих, подвійних та інших типів гібридів і сортів, що використовуються потім для висівання, на товарні потреби.

Заключним етапом у системі організації виробництва насіння є сушіння й обмолочування качанів, очищення, калібрування і передпосівне оброблення насіння, які здійснюють на кукурудзообробних заводах.

Збереження високих урожайних властивостей гібридів можливе при дотриманні в процесі насінництва високої типовості батьківсь-

ких форм за морфологічними та господарсько-біологічними властивостями, повноцінною стерильністю материнських компонентів, а також здатністю чоловічих форм закріплювати стерильність чи відновлювати фертильність, що використовується при схрещуваннях.

Проте врожайні властивості гібридного насіння кукурудзи, що виробляють насінницькі господарства, в багатьох випадках гірші, ніж оригінальних гібридів. Це зумовлено здебільшого низьким рівнем стерильності й типовості вихідних батьківських форм.

Для поліпшення контролю за якістю насіння кукурудзи при Селекційно-генетичному інституті (Одеса) створено спеціальну лабораторію для перевірки ступеня його гібридності методом електрофорезу білків. Аналогічні лабораторії організовано при Інституті зернового господарства (Дніпропетровськ), Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва (Харків), Інституті землеробства (Київ).

16.3. Система насінництва багаторічних трав

Організація насінництва багаторічних трав спрямована на концентрацію виробництва насіння в найсприятливіших за кліматичними умовами зонах. Насіння виробляють спеціалізовані насінницькі господарства, а очищують — міжгосподарські насіннєві станції з використанням механізованих насіннєвих заводів і пунктів (рис. 16.3).



Рис. 16.3. Система насінництва багаторічних трав

Науково-дослідні установи — оригінатори сортів забезпечують вихідним матеріалом (оригінальне насіння) дослідно-виробничі господарства науково-дослідних установ, навчально-дослідних господарств ВНЗ, які виробляють насіння еліти і I репродукції реєстрованих та перспективних сортів в обсязі, що забезпечує потребу насінницьких господарств для сортозаміни і сортооновлення.

Насінницькі господарства розмножують насіння еліти та I репродукції і на договірній основі на обласних насіннєвих станціях очищають насіння і доводять його до кондиції.

Господарства розмножують насіння на насінницьких ділянках до II – IV репродукцій для повного забезпечення своїх потреб і реалізації.

16.4. Система насінництва соняшнику

Сучасна система насінництва соняшнику ґрунтується на щорічному сортооновленні, що зумовлює швидке впровадження у виробництво нових, продуктивних сортів і гібридів.

Будь-який сорт соняшнику по суті є гібридною популяцією, яка складається з великої кількості біотипів.

Останніми роками в Україні набули поширення гібриди, що мають істотні переваги перед сортами: вища на 10 – 15 % урожайність; вирівняність рослин за морфологічними ознаками; тривалість фаз розвитку; одночасно дозрівають.

У Державному реєстрі сортів рослин України гетерозисні гібриди соняшнику майже витіснили сорти. Так, з усієї кількості сортів і гібридів на сорти припадає 5 %, а на гетерозисні гібриди вітчизняної та зарубіжної селекції — 95 %.

Система поліпшувального насінництва сортів соняшнику, розроблена академіком В.С. Пустовойтом, передбачає щорічне сортооновлення і здійснюється за схемою, що охоплює такі ланки (М.М. Гаврилюк та ін., 2002):

1. Насінницька еліта.
2. Розсадник оцінювання потомства.
3. Насінний розсадник (маточник).
4. Оригінальне насіння.
5. Еліта.
6. I репродукція.

Перші чотири ланки називають *первинним насінництвом.* Ним займаються наукові установи — оригінатори сортів: відбирають і формують кращі з кращих біотипи рослин, які випробовують у розсаднику оцінювання потомства. В усіх чотирьох ланках жорстко вибраковують нетипові й малопродуктивні форми.

Насінницька еліта передбачає відбір елітних рослин у кількох географічно віддалених місцях на ділянках оригінального насіння, де рослини вирощуються з однаковою площею живлення — 70 × 70 см. При відборі враховують висоту рослин, нахил, форму та розміри кошика, розміщення та міцність утримання в ньому насіння, виповненість центральної частини, а також колір і панцирність сім'янок.

Насіння відібраних елітних рослин аналізують у лабораторії — визначають лушпинність (відсотковий вміст оплодня) ваговим методом і олійність методом ЯМР. У теплицях або камерах штучного клімату на інфекційному фоні виявляють стійкість рослин до вовчка (суміш рас) і до несправжньої борошнистої роси (європейська раса). Насіння кращих рослин наступного року висівають для оцінювання властивостей потомства. Невикористаний посівний матеріал цих рослин залишають у резерві.

Розсадник оцінювання потомства. У розсаднику вивчають потомства 500 – 600 кошиків кожного сорту. Контроль — оригінальне насіння врожаю останнього року. Ділянки дворядні, два повторення. За даними польових і лабораторних досліджень, з урахуванням комплексу ознак, 25 – 30 % номерів перевищує контроль. Резерви цих номерів об'єднують у фонд для закладання насінного розсадника.

Насінний розсадник призначений для вирощування маточного насіння. Тут висівають суміш резервів кращих елітних рослин, вирощених на інфекційних фонах і в розсаднику оцінювання потомств. Насіння, отримане в насінному розсаднику, використовують як маточне для вирощування оригінального насіння. В науковій літературі четверту ланку «Оригінальне насіння» часто називають суперелітою, що суперечить ДСТУ 2240–93, який не передбачає категорії насіння «Супереліта».

Оригінальне насіння вирощують з маточного насіння з площею живлення рослин 70 × 35 см, де витримується просторова ізоляція 1,0 – 1,5 км.

Еліту вирощують з оригінального насіння елітгоспи, а також сортостанції Держсортомережі, яким надано таке право Законом України «Про насіння».

І репродукцію вирощують господарства І групи, до яких щорічно надходить елітне насіння.

Така система виробництва насіння сортів соняшнику дає змогу підтримувати їхню типовість, однорідність, олійність, стійкість до хвороб. Це забезпечує щорічну надбавку врожаю 1,5 – 3,0 ц/га.

Науково-дослідні установи (оригінатори сортів) вирощують оригінальне насіння, яке передають науковим установам областей. Тут виробляють елітне насіння в потрібних для області обсягах. Насіння І репродукції вирощують у насінницьких господарствах, які забез-

печують потребу господарств, закріплених за ними, для товарних посівів. Насіння ІІ репродукції використовують для переробки на олію.

В Україні й за кордоном ведеться селекція гетерозисних гібридів соняшнику. В результаті цієї роботи створено й впроваджено у виробництво високоврожайні гібриди Почин, Одеський 96, Одеський 103, Одеський 122 тощо. Щороку посіви гібридів розширюються і нині займають до 80 % загальної площі посівів соняшнику. Насінництво гетерозисних гібридів соняшнику з використанням ЦЧС набагато складніше, ніж сортів-популяцій. Розглянемо схему системи насінництва гетерозисних гібридів соняшнику (рис. 16.4).



Рис. 16.4. Система насінництва гібридного соняшнику

Науково-дослідні установи створюють самозапилені та ЦЧС-лінії, гетерозисні гібриди; їх дослідно-виробничі господарства вирощують оригінальне насіння, насіння еліти самозапилених ліній, що є батьківськими компонентами гібридів або гібридних популяцій, і передають його насінницьким господарствам І групи.

Насінницькі господарства І групи вирощують насіння еліти й І репродукції самозапилених ліній, які є батьківськими формами між- та сортолінійних гібридів, і передають їх насінницьким господарствам ІІ групи.

Насінницькі господарства ІІ групи вирощують на ділянках гібридизації гетерозисне насіння 1-го покоління простих між- та сортолінійних гібридів, а також насіння 1-го покоління гібридних лінійних популяцій. Вирощене насіння передається для товарного висівання господарствам, що вирощують соняшник.

Щоб одержати гарантовано гібридне насіння 1-го покоління і уникнути запилення пилком інших сортів, гібриди вирощують у зоні, вільній від товарних посівів соняшнику. В Україні створено дві такі зони: в Білгород-Дністровському районі Одеської області, де вирощують насіння гібридів Селекційно-генетичного інституту, та в Запорізькому районі Запорізької області із вирощування гібридів селекції Інституту олійних культур УААН. Тут визначені спеціалізовані насінницькі господарства.

16.5. Система насінництва льону-довгунцю

Сортооновлення насіння льону в господарствах проводять раз у 3 роки насінням І репродукції.

У насінництві льону олійного застосовують таку схему виробництва елітного насіння (М.М. Гаврилюк та ін., 2002):

а) науково-дослідні установи, навчальні заклади — оригінатори сортів вирощують оригінальне насіння, супереліту, а за наявності площ — і еліту;

б) оригінатори сортів передають, на підставі договорів, насіння суперелiти, еліти іншим науково-дослідним установам (науково-дослідним інститутам, дослідним станціям), навчально-дослідним господарствам сільськогосподарських вищих навчальних закладів для розмноження й організації виробництва насіння сортів у регіонах їхнього знаходження;

в) науково-дослідні установи, навчально-дослідні господарства вирощують елітне насіння, насіння І репродукції в розмірах, що задовольняють потреби сільськогосподарських підприємств у насінні І репродукції для проведення сортооновлення й сортозаміни;

г) сільськогосподарські підприємства на насінницьких ділянках розмножують отримане насіння для повного забезпечення насінням льону олійного потреб господарств у наступні 2 – 3 роки для виробничих посівів.

У науково-дослідних установах застосовують схему первинного насінництва льону олійного, яка охоплює розсадники: відбору маточних рослин, перевірки маточної еліти та маточної еліти першої і другої генерацій.

При формуванні нових партій насіння маточної еліти в розсаднику маточних рослин застосовують індивідуальний відбір.

У розсаднику перевірки маточної еліти потомства перевіряють за родинами.

Типові для певного сорту потомства об'єднують і розмножують у розріджених посівах розсадників маточної еліти першої та другої генерацій.

Насіння маточної еліти другої генерації використовують для розмноження й виробництва оригінального насіння, а потім — еліти.

Протягом вирощування оригінального насіння в період вегетації здійснюють видові та сортові прочищення, вилучаючи нетипові, уражені шкідниками та хворобами, слаборозвинені рослини.

У період вегетації здійснюють два сортових прочищення: перше в період цвітіння, коли за кольором квітки можна відрізняти домішки в основному сорті, і друге — у фазі ранньої жовтої стиглості. При проведенні другого сортового прочищення беруть до уваги також висоту рослин, форму куща, врожайність.

У розсадниках льон збирають на низькому зрізі з обов'язковим в'язанням рослин у снопи.

16.6. Система насінництва картоплі

Урожай картоплі при вегетативному розмноженні значною мірою залежить від якості садивного матеріалу, тобто забезпечення господарств високопродуктивним оздоровленим садивним матеріалом є головним завданням системи насінництва.

Для виявлення кращих зон вирощування високоякісного насіннєвого матеріалу в Україні проведено велику роботу, пов'язану з визначенням ступеня виродження картоплі, тобто ураження її вірусними хворобами за різних природно-кліматичних умов. В Україні виокремлено чотири зони залежно від характеру та інтенсивності виродження картоплі. У кожній із них встановлено терміни сортооновлення.

Зона найменшого виродження (Карпати) — це гірські райони Закарпаття й Чернівецької області. Умови для вирощування насіннєвої картоплі тут найкращі.

Зона незначного виродження — Чернігівська, Волинська, Рівненська, Житомирська, Львівська, Івано-Франківська, Тернопільська, а також північні райони Вінницької, Київської, Сумської та Хмельницької областей. Тут сприятливі умови для вирощування як насіннєвої, так і продовольчої картоплі.

Зона помірного виродження — Полтавська, Черкаська області, північні райони Кіровоградської і Харківської та південні райони Київської, Сумської, Хмельницької та Вінницької областей.

Зона сильного виродження — Луганська, Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Миколаївська, Одеська, Херсонська області та Автономна Республіка Крим. Тут умови для вирощування картоплі без зрошення несприятливі.

Учені багатьох країн, вирішуючи справу поліпшення насінництва картоплі, знезараження її від вірусів, дійшли висновку про по-

требу створення закритих районів (зон) товарного насінництва й вирощування безвірусної насіннєвої картоплі для сортооновлення.

В Україні в різний час було організовано 17 закритих районів товарного насінництва.

Ця система діяла досить ефективно за колективного господарювання, а починаючи з 90-х років минулого століття, коли картопля стала культурою городників і фермерів (на 98 %), вона самоліквідувалась.

Принципи ведення насінництва визначені Законом України «Про насіння» і новою системою насінництва картоплі, яку розробили вчені і спеціалісти Міністерства аграрної політики України, Української академії аграрних наук, Інституту картоплярства УААН, Білоцерківського державного аграрного університету та асоціації «Картопля України» (рис. 16.5).



Рис. 16.5. Схема організації насінництва картоплі

Міністерство аграрної політики України забезпечує розвиток насінництва, спрямований на повне задоволення потреб виробників у

насіннєвому матеріалі, перевірку його якості; здійснює заходи щодо державної підтримки насінництва, удосконалення економічного механізму взаємовідносин між виробниками і споживачами, веде і видає Державний реєстр виробників насіннєвого матеріалу.

Українська академія аграрних наук організовує вирощування і реалізацію вихідного, оригінального насіннєвого матеріалу та еліти, а також розмноження і впровадження нових перспективних сортів. Вона вивчає попит світового насіннєвого ринку, вступає у взаємовідносини з органами насінництва інших держав, розробляє прогресивні технології вирощування насіннєвого матеріалу, нормативні документи.

Українська державна насіннєва інспекція здійснює державний контроль у насінництві. Державна карантинна інспекція здійснює карантинний контроль за ввезенням, вивезенням і використанням насіння згідно із Законом України «Про карантин рослин».

Виробництво оригінального насіннєвого матеріалу і елітне насінництво зосереджуються в науково-дослідних установах, елітно-дослідних та елітно-насінницьких господарствах науково-дослідних установ, господарствах сільськогосподарських вищих навчальних закладів за умови одержання патенту за результатами атестації та занесення до Державного реєстру виробників оригінального і елітного насіння.

Узгодженим рішенням Міністерства аграрної політики України та Української академії аграрних наук право виробництва елітного насіннєвого матеріалу картоплі може бути надане й іншим господарствам, незалежно від форми власності. Обов'язковою підставою для цього має бути наявність угоди між елітгоспом та профільною науково-дослідною установою, яка сама виробляє оригінальний і елітний матеріал, на проведення насінницьких робіт під науково-методичним керівництвом та контролем з боку останньої.

Насінницькі господарства всіх форм власності за умови атестації вирощують репродукційне насіння і також заносяться до Державного реєстру виробників насіннєвого матеріалу, який веде і видає Міністерство аграрної політики України.

Насіннєву картоплю реалізують безпосередньо її виробники або посередницькі організації за їх дорученням.

Особи, що не мають дозволу на виробництво та використання насіннєвого матеріалу, можуть вирощувати його лише для власних потреб без права реалізації.

Орієнтовні строки сортооновлення при використанні еліти як вихідного матеріалу для зони найменшого виродження — через 7 – 8 років, слабкого виродження — 5 – 7 років, помірного виродження — 3 – 5 років і зони сильного виродження — 1 – 2 роки.

Як зазначалося, врожай картоплі зумовлюється не лише кількістю репродукцій, а й ґрунтово-кліматичними, агротехнічними і фітосанітарними умовами вирощування насіннєвого матеріалу.

Основними вимогами при сортооновленні мають бути стовідсоткова або наближена до неї сортова чистота, відсутність ураження хворобами, високі посівні та врожайні властивості. Встановлення єдиних строків для різних сортів і для всіх господарств зони суперечить біологічним властивостям та мінливості сортів.

16.7. Система насінництва цукрових буряків

Система насінництва цукрових буряків передбачає виведення, розмноження і постійне підтримання високих властивостей сортів-популяцій та гібридів F_1 селекційними станціями-оригінаторами:

- забезпечення елітно-насінницьких господарств насінням супереліти;
- вирощування насіння І репродукції в насінницьких господарствах;
- підготовку насіння на насінницьких заводах;
- забезпечення насінням сортів-популяцій І репродукції та ЧС-гібридів F_1 бурякосійних господарств через насіннєві заводи;
- безперервне сортовипробування.

У зв'язку з паралельним використанням у виробництві гетерозисного насіння F_1 ЧС-гібридів і насіння І репродукції сортів-популяцій у сучасній системі насінництва застосовують дві схеми насінництва (табл. 16.2).

Інститут цукрових буряків та його дослідно-селекційні станції (Білоцерківська, Верхняцька, Веселоподолянська, Іванівська, Уладівська, Ялтушківська та філіал ІЦБ) вирощують та реалізують батьківські компоненти (базові лінії) гібридів.

Гібридне насіння (F_1) на ліцензійній основі вирощують дослідні господарства Інституту цукрових буряків та спеціалізовані насінницькі господарства, атестовані селекційним центром ІЦБ згідно з Реєстром виробників насіння.

Передпосівна підготовка фабричного насіння здійснюється на Тростянецькому (АТ «Ворскла»), Вінницькому, Лебединському та Буринському насіннєвих заводах, де його очищають, калібрують, за потреби дражують, інкрустують, обробляють захисно-стимулювальними речовинами, доводять до відповідних посівних кондицій і реалізують бурякосійним господарствам для фабричних посівів.

В Україні насінництво цукрових буряків ведеться двома способами: висадковим і безвисадковим. У виробництві насіння І репродукції безвисадковим способом вирощують лише близько 5 % буряків.

Таблиця 16.2. **Схеми насінництва цукрових буряків** (М.В. Роїк, 2001)

Рік	Категорія	Установа
Схема насінництва ЧС-гібридів		
1-й	Репродукційний посів батьківських компонентів	Селекційні установи — оригінатори гібридів
2-й	Вирощування базисного насіння	Селекційні установи — оригінатори гібридів
3-й	Маточний посів базисного насіння	Насінницькі господарства
4-й	Вирощування гібридного F_1 (фабричного) насіння	Насінницькі господарства
Схема насінництва сортів-популяцій		
1-й	Вирощування коренеплодів у селекційному розсаднику	Селекційні станції
2-й	Вирощування насінників супереліти	Селекційні станції
3-й	Закладання репродукційних посівів насінням супереліти	Дослідні господарства
4-й	Вирощування насінників еліти	Дослідні господарства
5-й	Маточні посіви насінням еліти	Насінницькі господарства
6-й	Вирощування насінників I репродукції (фабричне насіння)	Насінницькі господарства

Виведенням нових сортів та гібридів і поліпшенням цінних господарських ознак займаються Інститут цукрових буряків, зазначені вище науково-дослідні установи.

Державний контроль якості вирощеного, підготовленого і відпущеного для висівання насіння здійснюють Українська державна насіннєва інспекція, спеціалізовані лабораторії та державні районні насінницькі інспекції.

Спеціалісти інспекції контролюють додержання суб'єктами насінництва методичних і технологічних вимог; дають вказівки щодо недопущення порушень у веденні насінництва, знайомляться з документацією з насінництва; контролюють проведення апробації посівів, якість підготовленого до реалізації насіння; мають право забороняти реалізацію будь-якого насіннєвого матеріалу, якщо під час перевірки виявлено невідповідність його якісних показників державному стандарту.

Визнаним як насіннєвий вважається матеріал, який:

- належить до сорту (гібриду), що за наслідками Державного випробування занесений до Реєстру сортів рослин України або визнаний перспективним;
- за сортовою чистотою і посівними властивостями відповідає вимогам державного стандарту України.

Належність насіннєвого матеріалу того чи іншого сорту (гібриду) визначається сортовою документацією.

У разі невідповідності насіннєвого матеріалу вимогам державного стандарту його вилучають із сортового насіння.

Власник насіння, який його реалізовує, повинен мати відповідні документи, а саме: акт апробації, акт приймання насінників — базисних (еліти) і І репродукції (фабричних). Ці документи видаються в порядку, визначеному Міністерством аграрної політики України.

Контрольні запитання і запитання

1. Суть системи насінництва. **2.** У чому суть системи насінництва на промисловій основі та щодо яких культур її застосовують? **3.** Які системи насінництва існують для основних сільськогосподарських культур?

Розділ 17
СОРТОЗАМІНА І СОРТООНОВЛЕННЯ

17.1. Поняття про сортозаміну, її вплив на врожайність сільськогосподарських культур

Насінництво нерозривно пов'язане з селекцією і своєю організаційною структурою відображує рівень її розвитку й досягнуті результати. Ця галузь є зв'язувальною ланкою між селекцією і виробництвом. Саме насінництво реалізує досягнення селекції вирощуванням високоврожайного насіння нових сортів і впровадженням їх у виробництво. Важливим завданням насінництва є виробництво потрібної кількості високоякісного насіння, забезпечення швидших сортозаміни і сортооновлення.

Сортозаміна — це повна заміна на виробничих посівах одного сорту іншим сортом, занесеним до Реєстру. Здійснюється вона на основі даних державного сортовипробування. Як правило, нові реєстровані сорти істотно перевищують за врожайністю національні стандарти. Новий сорт може бути занесений до Реєстру, якщо його врожайність буде на рівні старого сорту, проте з кращими показниками якості продукції (вміст білка, крохмалю, олії, цукру, волокна тощо) або стійкості до хвороб і шкідників. Для наочності наведемо дані врожайності по сортах, вперше занесених до Реєстру сортів рослин України на 2004 р. (табл. 17.1).

Таблиця 17.1. **Урожайність та інші цінні господарські ознаки сортів**

Сорт	Зона, до якої рекомендується сорт	Середня врожайність за роки випробування, ц/га	Приріст урожаю порівняно з сортом-стандартом, ц/га	Максимальна врожайність ц/га	Деякі цінні господарські ознаки	Сортовласник
Озима пшениця						
Миронівська 65	Лісостеп і Полісся	51,0	1,7–2,5	95,9	Середньостиглий, загальна хлібопекарська оцінка — 3,9 бала, містить 27,3 клейковини, належить до цінних пшениць	Миронівський інститут пшениці УААН

Продовження табл. 17.1

Сорт	Зона, до якої рекомендується сорт	Середня врожайність за роки випробування, ц/га	Приріст урожаю порівняно з сортом-стандартом, ц/га	Максимальна врожайність, ц/га	Деякі цінні господарські ознаки	Сортовласник
Ніконія	Степ	56,4	2,0–2,7	86,2	Середньостиглий, загальна хлібопекарська оцінка — 4,1 бала, містить 13,5 % білка, 27,1 клейковини, належить до цінних пшениць	Селекційно-генетичний інститут УААН
Перлина Лісостепу	Лісостеп і Полісся	51,4	6,3	80,2	Загальна хлібопекарська оцінка — 4 бала, містить 13,2 % білка, 28,4 клейковини, належить до цінних пшениць	Білоцерківська дослідно-селекційна станція УЦБ УААН
Харківська-96	Лісостеп	54,5	—	72,5	Загальна хлібопекарська оцінка — 3,6 бала, містить 13,1 % сирого протеїну, 27,7 % клейковини, середній за «силою» сорт	Інститут рослинництва УААН
Тритикале						
Амфідиплоїд 52	Лісостеп	49,5	2,3	84,6	Середньостиглий, вміст білка в зерні 11,1 %	Інститут рослинництва УААН
АДМ-11		48,5	—	79,5	Середньостиглий, вміст білка в зерні 12,2 %	Миронівський інститут пшениці УААН
Ячмінь ярий						
Аскольд	Лісостеп і Полісся	38,3–42,0	3,7–5,6	90,0	Середньостиглий, інтенсивний, має високі пивоварні властивості, білка 11,4 – 11,7 %, плівчастість 8 – 9, екстрактивних речовин — 78 – 79, крохмалю 58 – 61 %	Миронівський інститут пшениці УААН

Продовження табл. 17.1

Сорт	Зона, до якої рекомендується сорт	Середня врожайність за роки випробування, ц/га	Приріст урожаю порівняно з сортом-стандартом, ц/га	Максимальна врожайність, ц/га	Деякі цінні господарські ознаки	Сортовласник
Гетьман	Лісостеп і Полісся	40,9–44,7	3,7	80,0	Середньостиглий, має високі пивоварні властивості, містить білка 9,5 – 11,0 %, плівчастість 8 – 9, екстрактивність речовин — 70 – 80 %, крохмалю 58 – 62 %	Селекційно-генетичний інститут УААН
Кукурудза						
Титан 220 СВ	В усіх зонах	73,8–86,9	1,9–7,5	140,8	Середньоранній (ФАО 220), зерно кремнисто-зубоподібне, трилінійний, модифікований	Інститут фізіології рослин НАН, Черкаська ДСДС УААН
Кадр 427 МВ	Степ	75,5	48	140,7	Простий гібрид, середньостиглий (ФАО 420), зерно зубоподібне	ЗАТ Каргілл Дніпро — селекція та насінництво
Дніпровський 473 СВ	Степ	51,5	1,7	134,5	Середньопізній (ФАО 470), зерно зубоподібне, трилінійний гібрид	Інститут зернового господарства УААН
Горох						
Харківський 320	Степ і Лісостеп	25,0–25,5	—	60	Середньостиглий, білка має 23,8 – 25,2 %	Інститут рослинництва УААН
Беркут	Лісостеп	31,7–43,4	—	55	Середньоранній, білка має 23,7 – 26,6 %	Луганський національний аграрний університет

До реєстру сортів рослин України станом на 2002 р. занесено 525 сортів злакових, 85 — зернобобових, 61 — круп'яних, 132 — технічних, 236 — технічно-олійних, 447 — кормових і 607 овочевих і баштанних культур та 100 картоплі. Всього в Реєстрі наведено 2398 сортів сільськогосподарських культур, серед яких 1808, або 75 %, вивели українські селекціонери. Крім того, занесено 384 сорти лікарських, квітково-декоративних, лісових культур та шовкопряда.

Науково обґрунтовані строки сортозаміни. Швидка сортозаміна — надійний шлях підвищення урожайності. Прискорене впровадження нових сортів у виробництво безпосередньо залежить від роботи всіх ланок насінництва, і навпаки, повільне здійснення сортозаміни — показник незадовільної організації насінництва.

Сортозаміна здійснюється в міру занесення до Державного реєстру нових сортів у найстисліші строки. Для цього з моменту реєстрації нового сорту насінницька робота із старим сортом припиняється.

Насіння нових реєстрованих сортів установою-оригінатором передається іншим науково-дослідним установам, навчально-дослідним господарствам для розмноження в зоні їх діяльності.

Загальновизнано, що сортозаміна має здійснюватися за 3 – 4 роки, щоб швидше реалізувати переваги нового сорту.

В економічно розвинених країнах накопичено досвід насінництва на промисловій основі, що забезпечує швидке розмноження кращих сортів і високу якість насіння. Нові сорти зернових культур займають визначену зону за 3 – 4 роки і перебувають у виробництві лише 5 років, після чого замінюються більш гідними сортами.

Підвищення коефіцієнта розмноження насіння — шлях до прискорення сортозаміни. Головним показником роботи системи насінництва нині стає швидкість впровадження нових сортів у виробництво. Вона характеризується коефіцієнтом розмноження насіння.

Селекціонери розробили способи прискореного розмноження насіння на початкових етапах впровадження нових сортів у виробництво. П.П. Лук'яненко ще в 50-х роках XX ст. показав можливість розмноження нових сортів інтенсивного типу з високим коефіцієнтом розмноження, який досягав 200 і більше.

У 60-х роках XX ст. для прискореного розмноження і впровадження у виробництво нового сорту озимої пшениці Миронівська 808 В.М. Ремесло рекомендував для підвищення коефіцієнта розмноження знижувати норму висівання насіння до 50 кг/га і сіяти стрічковим способом. Якщо цей сорт у рік його районування (1963) займав тільки 12,5 тис. га, то в 1968 р. — уже понад 7 млн га.

Коефіцієнт розмноження — це відношення кількості одержаного насіння до висіяного. У перші роки занесення сорту до Реєстру цей коефіцієнт високий, а при подальшому використанні його у виробництві знижується.

Головна причина цього полягає в тому, що вже в перші роки занесення сорту до Реєстру значна кількість насіння призначається на товарні потреби, а не використовується повністю на насіння.

Щоб прискорити впровадження нових сортів, потрібно у перші 2 роки весь урожай насіння використовувати виключно для розмно-

ження. Вирощене насіння нових сортів слід передавати якомога більшій кількості господарств для розмноження.

Підвищенню коефіцієнта розмноження і прискоренню впровадження у виробництво нових сортів сприяє удосконалення спеціалізації насінницьких господарств. Можливі міжгосподарська спеціалізація і кооперація, а також організація систем і фірм з виробництва й реалізації сортового насіння.

17.2. Строки сортооновлення та врожайність сільськогосподарських культур

У нових сортів упродовж виробничого використання з часом можуть погіршуватися господарські ознаки і біологічні властивості, що зумовлюється механічним і біологічним засміченням, розщепленням, появою мутантів, збільшенням ураження рослин хворобами, які передаються через насіння, екологічною депресією. Урожайні та сортові властивості насіння також знижуються внаслідок порушення насінницької агротехніки. Тому виникає потреба проводити сортооновлення.

Сортооновлення — це заміна сортового насіння в господарствах насінням цих самих сортів, але вищих репродукцій.

Сортооновлення в товарних господарствах проводиться елітою або I репродукцією в певні строки, прийняті науково-дослідною установою в зоні її діяльності.

Для систематичного сортооновлення ще в 1932 р. було встановлено порядок виробництва і сортооновлення сортового насіння: виробництво насіння I репродукції здійснювалося на полях розмноження селекстанцій; насіння II репродукції вирощувалося на полях насінницьких радгоспів «Сортнасіннєтресту»; виробництво насіння III репродукції — на полях насінницьких колгоспів; на товарні посіви надходило насіння IV репродукції. Проте систематичне сортооновлення по зернових культурах почалося лише в 1937 р. після ухвалення урядом постанови, якою передбачалося проводити сортооновлення раз на 4 роки.

Це пов'язано з неправильним уявленням про вплив репродукцій на врожайні властивості насіння. Панував погляд про «старіння», «виродження» сортів і потребу проведення періодичного сортооновлення у заздалегідь визначені короткі строки для запобігання негативній дії цих явищ. Ці уявлення, як зазначає Г.В. Гуляєв, виявилися надзвичайно живучими, стали своєрідною догмою насінництва, хоча і не мали під собою ні теоретичної, ні експериментальної основи.

Л.П. Максимчук, проаналізувавши дані сортодільниць і дослідних станцій України з випробовування насіння еліти і наступних

репродукцій, дійшов висновку, що елітне насіння зернових та зернобобових культур не завжди за врожайністю перевищує насіння нижчих репродукцій.

П.П. Лук'яненко встановив, що відмінність в урожайності насіння еліти і кожної наступної репродукції зменшувалася при випробуванні його за однакових умов. Так, якщо насіння ІІІ репродукції, вирощене в господарствах, поступалося за врожайністю еліті на 6,4 – 13,4 %, то насіння IV репродукції, вирощене за тих самих умов, що й насіння еліти (поля Краснодарського НДІСГ), – тільки на 4,3 – 8,7 %, а V репродукції — на 2,3 – 2,5 %. Насіння VI репродукції озимої пшениці Безоста 1 давало врожай, що дорівнював урожаю еліти.

Прямої залежності врожайності від репродукції насіння не встановлено в дослідах з горохом, ярою пшеницею, вівсом, ячменем (Л.А. Бурденюк, В.Е. Росенкова, М.А. Мороз, С.П. Васильківський). Цей висновок підтверджують дослідження колишнього Білоцерківського сільськогосподарського інституту (табл. 17.2). Вони свідчать, що насіння IV – VII репродукцій не поступалося за врожайністю насінню еліти — ІІІ репродукції і залежало від погодних умов.

Таблиця 17.2. **Урожайність зерна ячменю залежно від репродукції висіяного насіння**

Репродукція насіння				Урожайність, ц/га			
Рік				Рік			
1970	1971	1972	1973	1970	1971	1972	1973
Супер-еліта	Еліта	Еліта	Еліта	29,9	35,9	38,7	24,5
I	II	III	IV	28,7	35,8	40,1	25,2
II	III	IV	V	29,5	35,6	40,2	25,4
IV	V	VI	VII	27,4	34,5	39,9	25,3

Вирощування насіння зернових культур за умов високої культури насінництва сприяє збереженню його врожайних властивостей упродовж багатьох років. Низький рівень організації насінництва призводить до втрат посівних і врожайних властивостей насіння вже в перших репродукціях.

Строки сортооновлення мають встановлюватися залежно від прийнятої системи насінництва і можливостей науково-дослідних установ із забезпечення потрібною кількістю елітного насіння зони своєї діяльності.

У багатьох високорозвинених країнах у системі промислового насінництва всі виробничі площі щороку засіваються насінням, одержаним від спеціалізованих насінницьких фірм, тобто насіння щороку оновлюється. Таке сортооновлення не обов'язково проводити тіль-

тільки насінням еліти або I репродукції. Головними вимогами до насіння при сортооновленні мають бути: 100%-ва сортова чистота; посівні властивості не нижче за перший клас; високі фізичні й урожайні властивості.

Встановлення єдиних строків сортооновлення насіння для всіх господарств зони суперечить суті мінливості сорту. Строки сортооновлення мають визначатися рівнем організації насінництва на основі даних апробації. За такого підходу до сортооновлення насіння одних і тих самих сортів зернових культур можна використовувати навіть до VII репродукції в одному районі зони, а в іншому слід замінювати вже після III – IV репродукцій.

На відміну від зернових культур сортооновлення картоплі має свої особливості. Тут періодичність сортооновлення встановлюється залежно від поширення вірусної інфекції та швидкості погіршення насінних властивостей бульб при репродукуванні за несприятливих природно-кліматичних умов.

У дослідах колишнього Білоцерківського сільськогосподарського інституту (М.Я. Молоцький, І.С. Кривенко) встановлено, що якість насіння картоплі знижується з кожною наступною репродукцією. Чим нижча репродукція, тим більше знижується врожайність. Проте цей процес залежить від сорту (табл. 17.3).

Таблиця 17.3. **Урожайність картоплі залежно від сорту і репродукції**

Репродукція	Гатчинська		Невська		Гарт		Зов	
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Еліта (контроль)	354	100	340	100	260	100	330	100
I	323	91	305	89	226	84	309	93
II	287	81	263	77	185	71	260	79
III	246	70	226	66	151	58	218	66
IV	246	81	263	77	185	71	260	79
V	203	57	136	40	93	36	125	38

Аналіз даних свідчить про те, що незалежно від сорту з кожною наступною репродукцією врожайність знижується. Порівняно з елітою врожайність I репродукції знизилася на 21 – 35 ц/га, або на 7 – 16 %, II — відповідно на 66 – 77 і 19 – 30, III — на 108 – 114 і 30 – 42, IV — на 140 – 178 і 40 – 55, V — на 151 – 205 ц/га і 43 – 64 %.

У деяких перехреснозапильних культур (соняшник, цукрові буряки) низка важливих цінних господарських ознак (високий вміст олії, цукру) не є біологічно необхідними для рослин, тому за цими показниками їх насіння з кожною наступною репродукцією, навіть при вирощуванні на високому агрофоні, може погіршуватися. Отже,

прийнята система насінництва по цих культурах передбачає щорічне вирощування елітного насіння для насінницьких посівів і насіння І репродукції для виробничих посівів. Наприклад, в Україні насінництво сортів-популяцій соняшнику організовано за системою щорічного сортооновлення. Насіння ІІ репродукції використовується для промислової переробки. Цю систему насінництва соняшнику розробив академік В.С. Пустовойт, її було введено в усіх районах вирощування. Порядок і строки сортооновлення сільськогосподарських культур у господарствах України визначаються обласними управліннями сільського господарства за пропозиціями науково-дослідних установ.

Залежно від строків сортооновлення науково-дослідні установи і елітгоспи визначають обсяг робіт у первинних ланках насінництва і виробництво елітного насіння. Ці строки слід установлювати з урахуванням біологічних особливостей культури і сортів, а також на основі економічної доцільності.

Умови вирощування насіння і строки сортооновлення. Вплив умов вирощування насіння на його властивості помічено ще в глибоку давнину. Ще в IV ст. до н. е. Феофраст у трактаті «Дослідження рослин» зазначав, що зерно стає кращим або гіршим залежно від умов вирощування, структури ґрунту.

Зміни властивостей насіння під впливом умов вирощування завжди привертали увагу землеробів і біологів. Умови життя рослин є основним чинником, який зумовлює зміни сортів, їх біологічну стійкість і врожайність.

Перші систематичні дослідження з вивчення впливу географічних і агротехнічних умов вирощування насіння на його продуктивність у 30-х роках XX ст. започаткував П.М. Констянтинов. У його дослідах (з пшеницею, ячменем і вівсом) різниця в урожаях одного й того самого сорту залежно від походження насіння досягала 83 %, що перекривало різницю в урожаях між сортами.

Цінність насіннєвого матеріалу визначається не тільки його сортовими властивостями, а й ґрунтово-кліматичними умовами та агротехнічними способами його вирощування, які через насіння впливають на врожай і його якість. Насіння є тим проміжним ланцюгом, через який здійснюється зв'язок між двома поколіннями — попереднім і наступним.

Насінина і її зародок, формуючись на кінцевих етапах органогенезу, відображують особливості розвитку, якісні зміни в обміні речовин материнського організму в процесі його індивідуального розвитку. Індивідуальний розвиток материнських рослин відбувається в конкретному середовищі, що складається на ділянках вирощування насіння. Середовище кожного поля характеризується рівнем родючості ґрунту, його хімічними і фізичними властивостями, а також комплексом чин-

ників, які можна назвати кліматом і мікрокліматом (вологість ґрунту і повітря, освітленість, рух повітря тощо), які по-різному складаються в посівах залежно від їх густоти, напрямку рядків тощо.

Насіння з позитивними посівними і врожайними властивостями формується, як правило, на фоні сучасної агротехніки, за високої культури землеробства.

Інтенсивна технологія є засобом управління модифікаційною мінливістю і виявлення оптимальних норм реакції сорту. Вона є засобом підтримання високого рівня врожайності сорту. Високий рівень агротехніки на насінницьких посівах дає можливість одержувати позитивні модифікації, які зберігаються в 1 – 2-х поколіннях, тобто модифікації, спричинені умовами вирощування материнських рослин, мають короткочасний характер. Ефект позитивних модифікацій можна використовувати при добре налагодженому сортооновленні, високому рівні організації насінництва.

Збільшення врожаю на товарних посівах від високоврожайного насіння становить 2 – 3 ц/га. Тому на насінницьких посівах слід щороку проводити комплекс агротехнічних, фітосанітарних і організаційних заходів, спрямованих на одержання високоврожайного насіння.

Модифікаційна мінливість не змінює генотипу. Вона відображує реакцію його на зміни зовнішніх умов, а реакція, в свою чергу, визначається адаптивним потенціалом сорту.

Наукою і практикою встановлено, що врожай зернових культур зумовлюється не кількістю репродукцій, а агротехнічними і ґрунтово-кліматичними умовами вирощування насіння.

17.3. Принципи і особливості зональної організації насінництва

Останніми роками дедалі більше уваги в селекції і насінництві привертають екологічні аспекти. Донедавна в насінництві головним вважали технологію вирощування насіння з високими посівними властивостями. Технологічними способами вирощування певною мірою можна керувати формуванням цих властивостей. Накопичені експериментальні дані переконливо свідчать про значний вплив природних екологічних чинників на врожайні властивості насіння. Численні екологічні чинники можна поділити на три групи: абіотичні, біотичні, антропогенні (рис. 17.1).

На основі своїх спостережень за практикою фермерів Ч. Дарвін дійшов висновку, що на формування врожайних властивостей насіння при вирощуванні його в різних ґрунтово-кліматичних зонах здебільшого впливають ґрунти.

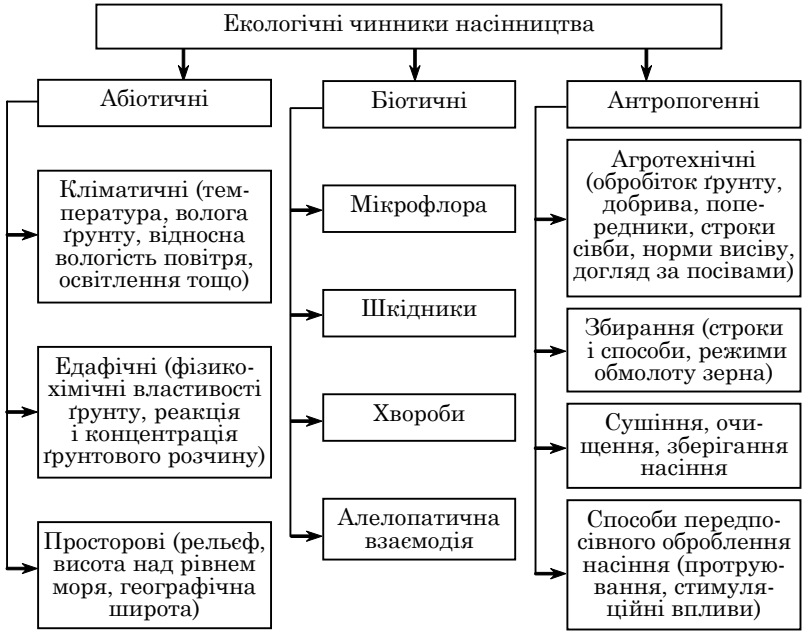


Рис. 17.1. Екологічна модель формування врожайних властивостей

Дж. Ацці встановив, що насіння пшениці, вирощене на півночі Італії за помірної вологої погоди, поступалося врожайними властивостями насінню, вирощеному на півдні країни за сухої жаркої погоди.

Дослідженнями Селекційно-генетичного інституту (Одеса) встановлено, що в системі «ґрунтово-кліматичні умови» ланка «ґрунти» менше впливає на формування властивостей насіння, ніж чинники групи «кліматичні умови». Нестачу тих або інших елементів у ґрунті можна усунути їх внесенням.

На формування врожайних властивостей насіння значною мірою впливають температура і відносна вологість повітря на 8 – 12-му етапах органогенезу. Найкраще насіння озимої пшениці формується, якщо середньодобова температура повітря у фазі колосіння — дозрівання становить 15 °С.

За умов високої температури і дефіциту вологи скорочується період утворення зерна, насіння часто має низькі посівні властивості, тобто формується щупле насіння з низькою масою 1000 насінин, зниженою польовою схожістю, а в багаторічних трав (особливо люцерни) підвищується твердонасінність.

Низька температура (9 – 15 °С) у період цвітіння — формування зерна затримує проходження 10 – 12-го етапів органогенезу озимої пшениці, сповільнює надходження пластичних речовин у зерно.

Холодна погода під час утворення і дозрівання насіння негативно впливає на формування органів зародка, знижує енергію проростання, лабораторну схожість та інші властивості насіння (Г.В. Коренев та ін.; Ф.Е. Реймерс та ін.).

Довжина фотоперіоду, інтенсивність світла значною мірою впливають на формування посівних властивостей насіння озимої пшениці (табл. 17.4).

Таблиця 17.4. **Вплив довжини фотоперіоду на формування посівних властивостей насіння озимої пшениці** (М.О. Кіндрук та ін., 1990)

Показник	Сорт					
	Миронівська 808			Прибій		
Довжина фотоперіоду, год	8	16	24	8	16	24
Лабораторна схожість, %	99	100	100	98	99	99
Енергія проростання, %	97	100	95	98	99	99
Швидкість проростання, доба	2,2	2,2	2,3	2,1	2,1	2,2
Дружність проростання, %	24,7	33,3	25,0	32,6	33,0	33,0
Маса 1000 насінин, г	14,9	29,8	33,2	21,9	34,7	38,7
Сила росту, % сходів	95	98	98	99	97	95
маса 100 сухих ростків, г	0,54	0,89	1,11	0,73	1,09	1,21
маса 100 сухих корінців, г	0,20	0,36	0,45	0,26	0,37	0,47

Температура формування і дозрівання насіння впливає не тільки на його посівні властивості, а й на ріст, розвиток і продуктивність наступного покоління (табл. 17.5).

Урожайні властивості насіння формуються під впливом природних (кліматичних, погодних, біотичних, едафічних) і штучних (агротехнічних) екологічних чинників.

Екологічні умови по-різному виявляються при формуванні насіння залежно від конкретних особливостей регіону, його розмірів і однорідності. Якщо в північних зонах основні проблеми насінництва пов'язані з перезволоженням і дефіцитом тепла, то на півдні, навпаки — з посухою і підвищеними температурами.

Так, у Воронезькій (Російська Федерація) області найкращим за врожайними властивостями було насіння, вирощене в цій області, а також завезене з Кустанайської області (Казахстан). У Київській області найвищу врожайність дало насіння, вирощене в місцевих умовах (табл. 17.6).

Таблиця 17.5. **Вплив температури в період колосіння — дозрівання озимої пшениці на проростання і метаболічну активність насіння** (Л. К. Січняк та ін.)

Середньодобова температура при формуванні і дозріванні насіння, °С	Лабораторна схожість, %	Енергія проростання, %	Дружність проростання, %	Сила росту		Активність кислої фосфатази, год/мг		Вміст сирого протеїну, % на суху речовину	Відношення крохмалю до сирого протеїну
				% схожості	суха маса проростків, г	фосфору на г борошна	фосфору на 100 насінин		
Миронівська 808									
19,1 (природні умови)	96	95	28,0	97	1,05	2,7	10,2	9,6	7,0
15,5 фітотрон	95	92	16,1	92	1,31	4,4	21,2	13,5	4,6
20,4 фітотрон	99	96	26,5	98	1,30	5,3	21,5	15,8	3,8
26,9 фітотрон	98	96	39,3	96	0,80	4,8	9,3	22,0	2,3
Прибій									
19,1 (природні умови)	98	97	26,1	92	1,19	1,5	6,0	9,8	6,6
15,5 фітотрон	98	98	16,6	94	1,35	2,6	11,0	13,0	4,8
20,4 фітотрон	99	98	26,5	98	1,32	2,4	9,9	15,1	4,0
26,9 фітотрон	99	98	40,4	96	0,79	2,6	5,8	20,7	2,5

Таблиця 17.6. **Урожайні властивості насіння озимої пшениці сорту Миронівська 808, вирощеного і випробуваного за різних екологічних умов** (Л. К. Січняк та ін.)

Походження насіння (область)	Урожайність насіння в областях, ц/га		
	Одеській	Київській	Воронезькій
Київська	54,3	46,2	51,3
Одеська	50,4	44,3	49,3
Воронезька	53,7	40,7	56,9
Московська	54,1	42,0	50,5
Кустанайська	57,3	42,4	55,5

Початок агроекологічним дослідженням з оптимізації розміщення спеціалізованих насінницьких господарств поклали роботи, проведені у Селекційно-генетичному інституті (Одеса) (Л.К. Січняк, М.О. Кіндрук), на Середньому Уралі (С.А. Чазов), у західному регіоні України (М.М. Макрушин), у Центральному районі Нечорноземної зони (А. М. Берьозкін та ін.).

Численні дослідження на основі методики Селекційно-генетичного інституту (Одеса) проводили вчені Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла, обласні сільськогосподарські станції і

вищі навчальні заклади України. Їхні результати покладено в основу екологічного принципу організації насінництва (див. п. 15.6).

Розроблена в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН (Харків) модель агроекологічної пластичності сортів дає можливість здійснювати цілеспрямоване насінництво сучасних сортів сільськогосподарських культур на основі їх адаптивних властивостей до ґрунтово-кліматичних умов і технології їх вирощування. Всі сорти і гібриди поділяють на чотири типи агроекологічної адаптивності.

Сорти і гібриди, здатні накопичувати найбільшу вегетативну масу у фазі трубкування і сухих речовин у зерні в передмолочній фазі, належать до першого типу. Сорти і гібриди першого типу найстійкіші до поступового наростання повітряної і ґрунтової посухи в період дозрівання зерна. Цей тип найхарактерніший для сортів харківської селекції.

Сорти другого агроекологічного типу характеризуються сповільненим накопиченням вегетативної маси рослинами і сухих речовин зерном, підвищеною стійкістю до затяжної посухи. Це сорти зернових культур донецької, одеської, дніпропетровської та запорізької селекції.

До третього агроекологічного типу належать сорти, в яких найбільший приріст вегетативної маси припадає на кінець фази колосіння — цвітіння, в зернобобових — цвітіння й утворення бобів, а накопичення сухих речовин у зерні — на фазу воскової стиглості. Налив зерна у них може бути навіть при 30 – 25 % його вологості. Сорти цього типу добре адаптовані до вирощування за умов достатнього зволоження і нестачі тепла.

Сорти четвертого агроекологічного типу характеризуються широкою нормою реакції на зміни екологічних умов і технології вирощування.

Зональний принцип організації насінництва є складовою екологічного насінництва, яке, в свою чергу, становить науково-методичну основу промислового насінництва. Ґрунтуючись на сучасних досягненнях науки і практики, екологічне насінництво сприяє вдосконаленню цієї галузі, використовуючи здатність насіння в межах генотипу формувати під впливом зовнішніх умов урожайні властивості різного рівня.

Виключно важливу роль екологічних умов у формуванні врожайних властивостей насіння слід ураховувати в практиці насінництва, тобто заготовляти насіння для страхових фондів та інших запасів, насамперед у роки, сприятливі для формування насіння, за потреби купувати насіння тільки в зонах гарантованого і стійкого насінництва.

У більшості країн з високорозвиненим сільським господарством насінництво організовано за агроекологічним принципом. Так, у

США, Франції, Чехії та Словаччині товарне насінництво (для самозабезпечення і на експорт) організоване тільки в регіонах, що характеризуються стабільним поєднанням відповідних для культури сприятливих екологічних чинників.

У США 11 штатів із 49 мають розвинене товарне насінництво кормових культур. Найбільший рівень концентрації цієї галузі у двох штатах: Каліфорнії (вирощування насіння люцерни) і Аризоні (деякі злакові трави). У штаті Каліфорнія насінництвом люцерни займається багато фермерів (близько 500), але основні насінні плантації люцерни сконцентровано в долині Сант-Джоакін. Фермерські господарства цієї долини щороку дають до 90 % насіння від загальної кількості вирощеного в штаті. Вибір такого обмеженого ареалу для концентрації насінництва люцерни пояснюється виключно сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами.

Світовий досвід зонального розміщення товарного насінництва за агроекологічним принципом становить певний інтерес для сільського господарства України, що нині реформується.

Дослідженнями, проведеними в Миронівському інституті пшениці ім. В.М. Ремесла, в Селекційно-генетичному інституті (Одеса), встановлено, що за рахунок раціонального розміщення насінництва в цілому по Україні тільки по озимій пшениці може збільшитися валовий збір зерна до 1,5 – 2,0 млн ц за рік.

Контрольні запитання і завдання

1. Які принципи покладено у визначення строків сортозаміни? **2.** Як умови вирощування впливають на строки сортооновлення? **3.** Як екологічні умови впливають на формування врожайних властивостей насіння? **4.** Зони оптимального насінництва в Україні.

Розділ 18

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА НАСІННЯ В ПЕРВИННИХ ЛАНКАХ НАСІННИЦТВА

Головним завданням насінницької роботи є підтримання і збереження на заданому селекцією рівні всіх морфологічних та біологічних ознак і властивостей, притаманних конкретному сорту.

Розв'язання цього завдання забезпечується здебільшого високим рівнем організації роботи в первинних ланках насінництва. Ці ланки охоплюють такі основні розсадники: випробування потомств 1-го року, випробування потомств 2-го року; розмноження 1-го року; розмноження 2-го року.

Робота над створенням сорту не закінчується занесенням його до Реєстру, а триває доти, доки він використовується у виробництві. В сортах гібридного походження, особливо при прискореному їх створенні та впровадженні у виробництво, впродовж певного періоду можливе розщеплення. Тому в процесі первинного насінництва не тільки видаляють нетипові для певного сорту форми, а й відбирають нові — цінні з практичного погляду. Такі форми інколи навіть стають родоначальниками нового сорту, кращого за вихідний.

У практиці селекційно-насінницької роботи відомо багато подібних прикладів. Так, сорт озимої пшениці Українка одеська створено в Селекційно-генетичному інституті (Одеса) методом індивідуального добору з сорту Альбатрос одеський, а Миронівська 30 — у Миронівському інституті пшениці ім. В.М. Ремесла із сорту Миронівська 27. Класичним прикладом є дослідження академіка П.П. Лук'яненка, який методом індивідуального добору з сорту Новоукраїнка 83 вивів сорт Новоукраїнка 84, а всесвітньовідомий сорт Безоста 1 виділив у процесі первинного насінництва із сорту Безоста 4.

Первинне насінництво є безпосереднім продовженням селекції і початковою ланкою насінницької роботи.

Підтримка і збереження сортових властивостей насіннєвого матеріалу забезпечується в первинних ланках насінництва, головне завдання яких — вирощування високоякісного насіння для виробництва еліти.

Насіння еліти потрібно вирощувати із застосуванням спеціальних селекційно-насінницьких методів і способів. Воно повинно мати добрі виповненість, вирівняність, велику масу 1000 насінин, відповідати вимогам державних стандартів на сортові та посівні властивості а також обов'язково мати типові для сорту ознаки і властивості.

Первинне насінництво ведеться у відділах і лабораторіях первинного та елітного насінництва науково-дослідних установ і аграрних вищих навчальних засобів. За відділом закріплюється постійна земельна ділянка з однією або кількома насінницькими сівозмінами, а також відповідна матеріально-технічна база.

Відповідно до потреб на насіння еліти певного сорту і прийнятою схемою первинного насінництва складають робочий план створення первинних ланок. До плану додають розрахункові обсяги виробництва насіння в розсадниках, кількість відібраних родин і рослин. Розрахунки проводять за лінійною моделлю процесу виробництва насіння по генераціях (рис. 18.1).



Рис. 18.1. Модель проведення робіт у первинному насінництві

У моделі по кожному розсаднику наведено формули для розрахунків потрібних площ і обсягів виробництва насіння, де N — прогнозований обсяг реалізації насіння еліти, ц; S — площа посіву для виробництва насіння, га; P — норма висівання насіння, ц/га; V — вихід насіння з одиниці площі, ц/га; t — продуктивність однієї родини, ц (у перерахунку); K — поправковий коефіцієнт; Q — кількість родин (рослин).

Норми висівання і вихід насіння для кожної генерації визначають з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей культури й сорту, способів висівання, технологічних способів догляду за посівами, досягнутого рівня урожайності тощо.

Поправкові коефіцієнти при визначенні кількості рослин і родин, що закладаються в розсадники випробування потомств, установлюють за можливим обсягом вибраковування. Так, при вибраковуванні 20 % рослин поправковий коефіцієнт буде 1,2, а при 30 – 1,3 і т.д.

Одержані за моделлю результати збільшують відповідно до потрібних розмірів страхових фондів для кожної генерації. Для забезпечення стабільності роботи в усіх ланках первинного насінництва обов'язково створюється 100%-й страховий фонд насіння. Страхові фонди бажано створювати з насіння, вирощеного у сприятливі роки його формування. Площа посіву еліти зумовлює обсяг робіт у первинному насінництві по певному сорту.

18.1. Методи і схеми виробництва еліти польових культур

При виробництві еліти здійснюють комплекс селекційно-насінницьких заходів, спрямованих на збереження високої сортової чистоти або типовості насіння (у перехреснозапильних культур), підтримання всіх господарських ознак і біологічних властивостей сорту, заради яких він був занесений до Реєстру. Комплекс способів у первинному насінництві має забезпечувати створення біологічно повноцінного, оздоровленого насіння з високими посівними та врожайними властивостями. До комплексу цих способів входить добір кращих родоначальних рослин (найпродуктивніших, не уражених хворобами, типових за морфологічними ознаками для сорту). В процесі первинного насінництва слід створювати оптимальні умови для розвитку рослин і формування насіння з високими врожайними властивостями.

У розсадниках первинного насінництва обов'язковим є видалення нетипових низькопродуктивних, уражених хворобами рослин (негативний добір), проведення видових і сортових прополювань.

Добір родоначальних рослин у первинному насінництві проводять методами індивідуального й масового добору. Метод індивідуального добору дає можливість зберегти тип сорту, високу сортову чистоту добором окремих рослин з наступним 1 – 2-річним їх оцінюванням за потомством.

По багатьох сортах перехреснозапильних культур первинне насінництво ведуть на основі масового добору. Виробництво насіння еліти самозапильних культур методом масового добору проводять тільки за рекомендацією оригінатора сорту.

Спосіб розмноження і біологія культури, метод виведення сорту зумовлюють особливості методів роботи в первинному насінництві.

Самозапильні культури. При виробництві насіння еліти самозапильних зернових і зернобобових культур використовують, як

правило, метод індивідуально-родинного добору з 1 – 2-річним оцінюванням потомства відібраних вихідних (родоначальних) рослин. Масовий добір використовують за рекомендацією оригінатора сорту при насінництві сортів, виведених цим методом, а також за прискореного розмноження насіння перспективних і дефіцитних сортів.

Метод індивідуально-родинного добору дає можливість зберегти тип сорту добором найтиповіших, здорових і продуктивних рослин (суцвіть) з наступною їх перевіркою за потомством. Цей метод при однорічному оцінюванні потомства не забезпечує створення насіння еліти 100%-ї сортової чистоти, а тому для оцінювання потрібно здебільшого 2 роки.

Схема виробництва еліти методом індивідуально-родинного добору має охоплювати такі основні ланки: розсадник випробування потомств 1-го року; розсадник випробування потомств 2-го року; розсадник розмноження 1 – 2-го року; оригінальне насіння, еліта (рис. 18.2).

Добір вихідних (родоначальних) елітних рослин є одним із головних моментів для закладання розсадника випробування потомств 1-го року.

Після занесення сорту до Реєстру сортів рослин України установа-оригінатор надсилає науково-дослідним установам і навчально-дослідним господарствам ВНЗ, які займаються насінництвом цього сорту, рекомендації щодо методів ведення первинного насінництва і оригінальне насіння для закладання розсадника добору. Родоначальні рослини для закладання розсадника потомств 1-го року відбирають у розсадниках розмноження або еліти. При організації первинного насінництва сорту в перший рік використовують насіння установи-оригінатора.

При доборі керуються еталонним зразком елітної рослини, який поєднує комплекс морфологічних (апробаційних) ознак, імунність, продуктивність, спадково зумовлене варіювання елементів продуктивності під впливом середовища і характерний для сорту фенотип.

У загущених посівах потенційні можливості рослин за продуктивністю виявляються здебільшого неповністю. У такому посіві переважають одно-, двостеблові рослини зернових культур. Продуктивна кущистість в озимої пшениці становить 1,6 – 2,2, ячменю — 1,8 – 2,4. Кількість бобів на одній рослині гороху не перевищує 3 – 4 шт.

Елітні рослини бажано відбирати в розсаднику з оптимальною площею живлення, встановленою експериментально. Наприклад, в лісостеповій зоні України найбільш прийнятна площа для озимої пшениці становить 30×10 см, ярого ячменю і вівса — 30×3, гороху — 30×10 см. Сівбу в розсаднику добору проводять селекційними сівалками СКС-6-10, СКС-6А, СН-10Ц, СН-16 оригінальним

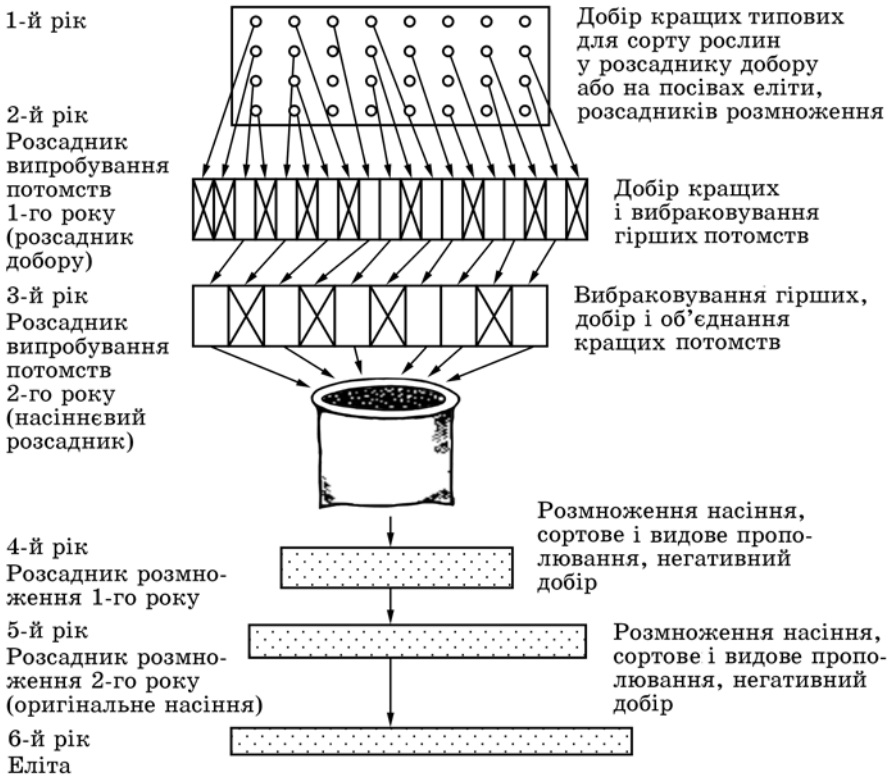


Рис. 18.2. Схема вирощування еліти самозапильних культур

насінням, еліти, а також вирощеним у розсадниках розмноження, розрідженим способом. Це дає змогу в 2 – 3 рази підвищити насіннєву продуктивність відібраних рослин і в кілька разів — продуктивність праці при їх доборі.

У зернових колосових культур відбирають рослини, не уражені хворобами, з типовими для сорту ознаками колоса й зерна. Форма куща відібраних рослин має бути прямостоячою й компактною, без підгонів, з високою продуктивною кущистістю, вирівняним (одноярусним) розміщенням крупних і добре озернених колосів. Відібрані рослини повинні мати товсті й міцні стебла, властиву сорту висоту та характерні для нього габітус і архітектоніку.

Елітні рослини зернобобових культур відбирають за типовістю, скоростиглістю, продуктивністю, імунністю. При цьому їх добирають

обов'язково за елементами продуктивності: висотою стебла (в тому числі до першого боба); кількістю міжвузлів до нижнього боба і бобів у китиці; розміром і формою боба; кількістю насінин у бобі; кількістю продуктивних гілок; масою насіння з рослини тощо.

Елітні рослини рису, крім того, оцінюють за щільністю волоті, кількістю колосків у волоті та ураженістю їх пірикуляріозом.

Кращі рослини (колосся, волоті) збирають з корінням, зв'язують у снопи, просушують. Перед обмолотом їх повторно оцінюють за комплексом морфологічних ознак і за потреби за біометричними показниками. Нетипові, уражені хворобами і низькопродуктивні рослини вибраковують. Кожну відібрану рослину (після вибракування гірших), колос, волоть індивідуально обмолочують на колосовій молотарці. Одержане з кожної рослини (суцвіття) зерно оцінюють за вирівняністю, виповненістю, крупністю, формою, кольором тощо.

На широкорядних посівах розсадника розмноження або еліти проса відбирають волоті з головних стебел. Маса насіння з головної волоті має становити не менше ніж 7 г.

Насіння з кожної рослини (суцвіття) зберігають окремо для висівання в розсаднику випробування потомств 1-го року.

Розсадник випробування потомств 1-го року закладають насінням з усіх колосів або волотей (вівса) багатостеблових рослин, відібраних індивідуально. Насіння від кожної рослини висівають на окремих ділянках. Кількість висіяних потомств, що залежить від замовлення на виробництво насіння еліти, розраховують згідно з моделлю, але не менше ніж 300 по основних зернових культурах, а по гороху — 450 – 500 шт.

Розмір ділянки кожного потомства залежить від кількості насіння, вона може бути одно- або кількарядковою, 1 – 5 м завдовжки. Насіння висівають касетними або ручними сівалками.

Площу живлення рослин встановлюють залежно від культури і ґрунтово-кліматичної зони. Зернові культури найчастіше висівають широкорядним (30 см) і стрічковим способами з інтервалом між насінням у рядку 5 см. Іноді висівають необмолочені колоси. Для порівняння й оцінювання через 20 – 30 потомств висівають стандарт — оригінальне насіння останнього випуску.

Усі потомства і стандарти мають бути однаковими за кількістю висіяного насіння, площею ділянки та площею живлення рослин. Розсадник випробування потомств розміщують на вирівняній за рельєфом і родючістю ґрунту ділянці. Хороший агрофон і якісне виконання всіх робіт дають змогу виявити найпродуктивніші потомства.

Упродовж вегетації потомства оцінюють за комплексом цінних господарських ознак: вирівняністю рослин у межах сім'ї, типовістю для окремого сорту, стійкістю до вилягання, ураженістю хворобами.

Потомства, що поступаються стандарту за цими показниками, вибраковують перед збиранням.

Рослини з ділянок збирають породинно, зв'язують у снопи, етикують, обмолочують індивідуально, оцінюють продуктивність (за масою зерна). Після очищення зерно оцінюють за формою, кольором, виповненістю тощо.

Кращі родини залишають для висівання в розсаднику випробування потомств 2-го року. Загальний обсяг вибраковування потомств залежить від особливостей сорту, умов року, проте не перевищує 25 – 30 %.

Розсадник випробування потомств 2-го року призначений для подальших оцінювання та добору продуктивніших і вибраковування гірших родин.

Кожне потомство висівають на окремій ділянці 5 – 20 м завдовжки, 2 – 7 рядків завширшки, з міжряддям 15 – 60 см. Кількість висіваних потомств розраховують згідно з моделлю, проте не менше ніж 100. Насіння висівають сівалками точного висівання СКС-6-10, СР-1,35, СКС-6А, СН-10Ц повною нормою, прийнятою в цій зоні по кожному сорту. Стандарт (оригінальне насіння) висівають через кожні 20 потомств.

Польові спостереження, облік і оцінювання проводять за тією самою схемою, що й у розсаднику випробування потомств 1-го року. Всі родини з відхиленнями від стандарту за морфологічними, господарськими ознаками і біологічними властивостями видаляють із розсадника перед збиранням. Кращі родини, що залишилися після польового вибраковування, і стандарти збирають та обмолочують (кожну окремо). Після обмолочування, очищення і вибраковування за ознаками зерна і врожайністю насіння родини, що залишилися, об'єднують для висівання в розсаднику розмноження 1-го року.

Іноді в розсаднику випробування потомств 2-го року по генетично вирівняних сортах після пильного польового обстеження і вибраковування допускають збирання комбайном (об'єднано) всіх родин.

Загальний обсяг вибраковування родин із розсадника випробування потомств 2-го року залежить від наявності уражень хворобами і нетипових для цього сорту форм за сортовими ознаками.

У зв'язку з прискоренням селекційного процесу і скороченням строків впровадження у виробництво нових сортів дворічне випробування потомств сповільнює процес виробництва елітного насіння. Селекціонери Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла, Селекційно-генетичного інституту (Одеса), Інституту землеробства УААН установили, що у сортів лінійного походження (генетично вирівняних) можна вилучити розсадник випробування потомств 2-го року, тобто проводити одноразову перевірку потомств. Для сор-

тів-популяцій, сортів гібридного походження потрібна ретельніша і триваліша перевірка потомств, які відбирають для створення еліти.

Розсадник розмноження 1-го року засівають насінням кращих об'єднаних потомств із розсадника випробування потомств 2-го року або оригінальним насінням при організації насінництва нового сорту. Головним завданням цього розсадника є максимально швидке розмноження насіння при збереженні 100%-ї його сортової чистоти і високих урожайних властивостей.

Посіви розсадника розмноження розміщують після кращих попередників, запобігаючи можливості видового й сортового засмічення падалицею попередника. Сіють як за оптимальною, так і за зниженою нормою висіву насіння широкорядним або суцільним способом. Через кожні 2 – 3 м залишають доріжки 0,4 – 0,5 м завширшки для проходів при прополюванні і негативного відбору. Впродовж вегетації своєчасно проводять боротьбу з хворобами, шкідниками, бур'янами.

Чистосортність посіву встановлюють польовою апробацією. На цей посів складають акт апробації за формою 197. Після збирання насіння ретельно очищають, упаковують у нові мішки з етикетками всередині мішка і зовні. Вологість насіння не повинна перевищувати 14 %. Залежно від потреби в насінні для виробництва оригінального насіння та від коефіцієнта розмноження культури розсадник розмноження пересівають упродовж 2 – 3-х років насінням з цього самого розсадника.

Метод масового добору. При використанні цього методу у самозапильних культур схема вирощування насіння еліти передбачає, як правило, такі три ланки: розсадник розмноження 1 – 2-го року, оригінальне насіння, еліту (рис. 18.3).

Родоначальні рослини (колосся, волоті), типові за морфологічними ознаками для конкретного сорту, добирають на високоврожайних посівах розсадника розмноження — I репродукції. Відібрані рослини, колоси або волоті ретельно аналізують за сортовими (морфологічними) ознаками та обмолочують індивідуально. Після обмолоту візуально оцінюють зерно і продуктивність. Насіння з типових для цього сорту і кращих за продуктивністю рослин об'єднують і висівають у розсаднику розмноження. Кількість відібраних рослин (колосів, волотей) розраховують за схемою, наведеною на рис. 18.1. Вона залежить від потреби в насінні еліти, інтенсивності вибраковування рослин і коефіцієнта розмноження культури. Відбирають здебільшого від 3 до 5 тис. родоначальних рослин. Якщо потрібно багато насіння еліти, то розсадник розмноження пересівають 2 – 3 роки.

Розсадник розмноження розміщують після кращих попередників на полях з оптимальним агрофоном. Залежно від культури

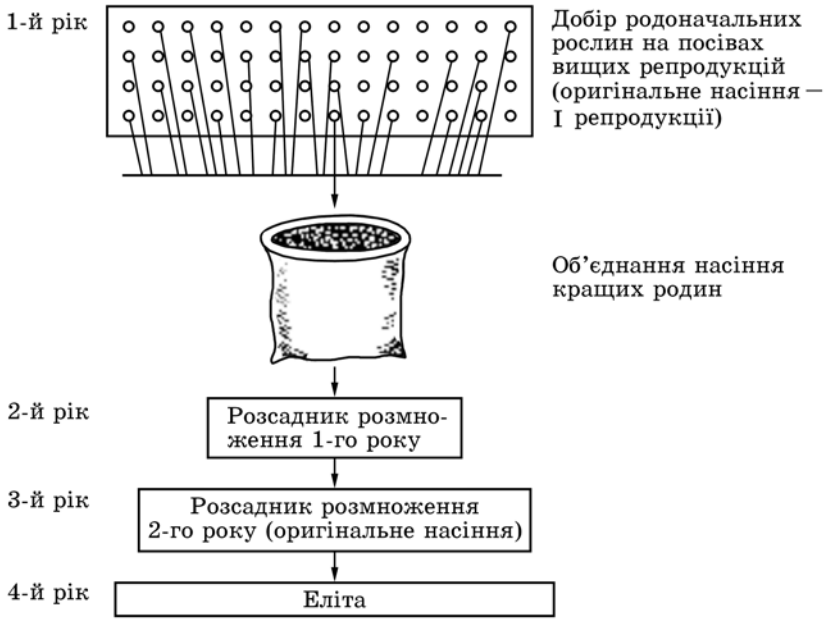


Рис. 18.3. Схема виробництва еліти методом масового добору

(сорту) і прийнятої в науково-дослідній установі методики насіння висівають у цьому розсаднику широкорядним способом або звичайним рядковим зі зниженою нормою висіву. Для проведення сортового та видового прополювання, негативного добору в посіві залишають доріжки.

Упродовж вегетаційного періоду в розсаднику розмноження здійснюють усі агротехнічні заходи догляду за посівами: боротьбу з хворобами, шкідниками та бур'янами. Перед збиранням проводять апробацію для встановлення сортової чистоти.

Насіння, зібране з розсадників розмноження, яке висівають для отримання еліти, називають оригінальним (див. рис. 18.3).

Насіння еліти, виведене методом масового добору, за врожайними властивостями не поступається насінню, яке виведене методом індивідуально-родинного добору. Проте метод масового добору не забезпечує повного збереження сортової чистоти насіння еліти. Тому його чергують з індивідуально-родинним або проводять безперервний масовий добір.

Перехреснозапильні культури. Під час насінницької роботи з сортами перехреснозапильних культур доводиться стикатися з гетерозиготними генотипами, кожен з яких певною мірою відрізняється від усіх інших в цій популяції. Якщо припустити, що багато які локуси представлені кількома алелями, то кількість можливих генотипів може бути необмеженою. Генний фонд можна уявити як стабільний комплекс, що формує генотипи, які в середньому дають одну й ту саму фенотипову картину з покоління в покоління.

Кожний сорт перехреснозапильної культури є гібридною популяцією, вирівняною за довжиною вегетаційного періоду, висотою рослин, забарвленням насіння тощо. Він складається з численних біотипів, які різняться між собою за біохімічними ознаками (вміст олії у соняшнику, цукристість буряків), стійкістю до хвороб, урожайністю та іншими ознаками. Тому насінництво сортів перехреснозапильних культур має ґрунтуватися на поліпшувальних та підтримувальних доборах. Наприклад, завдяки добре організованому насінництву правильним добором кращих біотипів і спрямованому їх перезапиленню сорт озимого жита Петкус у Німеччині використовують у виробництві майже 100 років.

Розмноження сортів без використання поліпшувальних і підтримувальних доборів зумовило регресію цінних властивостей сорту, зниження урожайності та цукристості буряків (М.І. Орловський).

У насінництві перехреснозапильних культур, залежно від рекомендацій оригінатора сорту, використовують індивідуально-родинний або масовий добір.

Індивідуально-родинний добір залежно від виду культури може мати модифікації. Дуже важливо в процесі індивідуально-родинного добору не збіднити сорт за спадковою основою. Тому велике значення має кількість родин, що вивчаються в розсаднику випробування потомств. У такого суворого перехресника, як жито, 25 рослин забезпечують різноманітність алелів, потрібних для відтворення генотипових особливостей сорту в системі первинного насінництва (А.О. Гончаренко). Залежно від потреби в насінні еліти і коефіцієнта розмноження в практиці насінництва кількість відібраних вихідних рослин значно більша.

Важливою особливістю індивідуально-родинного добору у перехреснозапильних рослин є оцінювання потомства методом половинок. Суть цього методу полягає в тому, що при випробуванні потомств висівають не все насіння від кожної родини, а тільки половину, а решту зберігають. Після комплексного оцінювання в польових умовах насіння гірших родин з резерву вибраковують, а з кращих — об'єднують і розмножують.

Схема виробництва еліти на основі індивідуально-родинного добору з перевіркою якості насіння за їх потомством охоплює такі лан-

ки: розсадник добору елітних рослин (іноді його закладають спеціально); розсадник випробування потомств 1 – 2-го року; розсадник розмноження 1 – 4-го року; еліта.

Масовий добір по багатьох сортах перехреснозапильних культур проводять за схемою: розсадник добору; розсадник розмноження 1 – 2-го року; еліта. Розсадник добору з оптимальною площею живлення рослин використовують як аналізуючий фон для виділення з популяції найпродуктивніших фенотипів, для збільшення коефіцієнта виходу родоначального насіння і збереження чистоти сорту.

Індивідуально-родинний добір перехреснозапильних культур методом половинок дає можливість контролювати генотип родин не тільки за материнською, а й за чоловічою формою, проводити оцінювання кращих родин за потомством, запобігаючи перезапиленню з гіршими вибракуваними родинами. Порівняно з масовим добором він дає змогу краще використовувати спадкові можливості елітних рослин і добитися помітних зрушень у поліпшенні окремих ознак (вміст цукру, олії, стійкість до хвороб тощо).

Схема створення насіння еліти жита. Елітне насіння жита створюють на основі індивідуально-родинного добору методом половинок (рис. 18.4) і методом масового добору.

Розсадник добору елітних рослин закладають на ділянках розсадника випробування потомств 1-го або 2-го року. Спосіб висівання — квадратно-гніздовий (20×20 см) або широкорядний (40×15, 50×15 см). Головною вимогою при висіванні є однакова площа живлення для кожної рослини, щоб запобігти впливу цього чинника на фенотипове виявлення ознак і ефективніше проводити добір.

Добір кращих рослин за фенотипом проводять за два етапи: в полі (на пні) і лабораторії (за комплексом ознак певного сорту і продуктивністю). Кількість відібраних рослин досягає 7 – 10 тис. За результатами лабораторного аналізу з них вибраковують 50 – 60 %. Рослини, що залишилися, обмолочують індивідуально і насіння з кожної зберігають окремо, відповідно пронумерувавши їх. Розсадник добору елітних рослин не завжди закладають. Часто добір вихідних рослин проводять на посівах розсадника розмноження.

Розсадник випробування потомств 1-го року закладають насінням вихідних рослин. Від кожної рослини висівають родинами по 100 насінин (решту зберігають як резерв до наступного року) на дворядкові ділянки 1,5 м завдовжки. Стандарт (оригінальне насіння або еліта) висівають на таких самих ділянках через кожні дев'ять родин.

Упродовж вегетаційного періоду за комплексом ознак оцінюють зимостійкість, вирівняність, типовість колоса та його озерненість, стійкість до хвороб тощо. Близько 50 % гірших родин вибраковують,

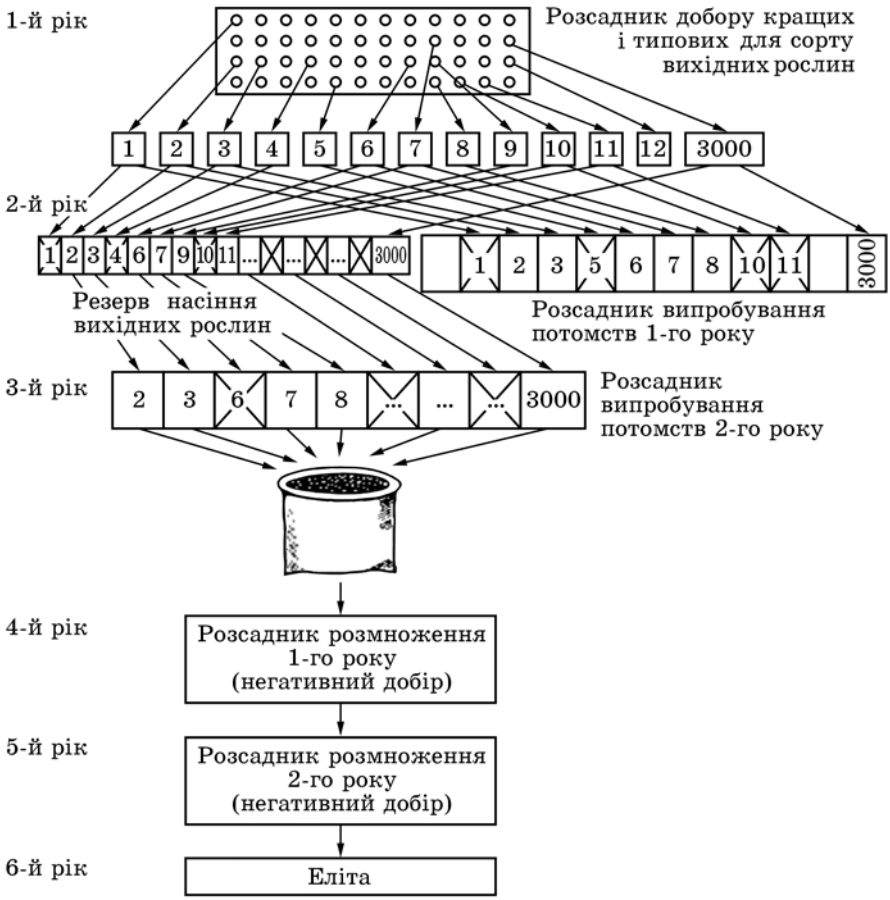


Рис. 18.4. Схема вирощування еліти жита на основі індивідуально-родинного добору методом половинок

решту збирають породинно і оцінюють за продуктивністю. Добору підлягають родини, продуктивність яких перевищує стандарт.

Розсадник випробування потомств 2-го року закладають оригінальним насінням неперезапилених (з резерву) родин, які дістали високу оцінку в попередньому розсаднику. Розсадник розміщується на ізольованій ділянці з високим агрофоном. Насіння кожної родини висівають окремими дворядковими ділянками 15 м завдовжки.

Як і в попередньому розсаднику, впродовж вегетаційного періоду оцінюють родини за комплексом ознак. Гірші родини вибраковують перед цвітінням, кращі збирають разом, очищають і насіння використовують для висівання в наступному розсаднику. Щоб запобігти генетичному збідненню сорту, в наступному розсаднику висівають насіння не менше ніж 100 об'єднаних родин.

Розсадник розмноження засівають стрічковим або суцільним рядковим способом зі зниженою нормою висіву для підвищення коефіцієнта розмноження. Розміщують розсадники ізольовано від інших посівів цієї самої культури. Впродовж вегетації проводять негативний добір. Залежно від коефіцієнта розмноження сорту і потреби в елітному насінні розсадник розмноження може бути 1 – 4-го року, тобто пересівається кілька років.

Еліта. Посіви еліти закладають оригінальним насінням і розміщують після кращих попередників на ділянках з високим агрофоном, ізольованих від інших посівів цієї культури в насінницьких господарствах. Для жита просторова ізоляція становить не менше ніж 500 м.

Схема виробництва еліти соняшнику. Насінництво сортів соняшнику побудовано на такій самій принциповій основі, що й селекція. Схему насінництва соняшнику розробив В.С. Пустовойт у ВНДІОК. Вона ґрунтується на використанні внутрішньосортового перезапилення між кращими біотипами сорту, вивченими в розсаднику оцінювання потомств, вибраковуванням із сорту-популяції мінус-варіантів на всіх етапах насінницького процесу, що дає змогу поліпшувати його практично в будь-якому напрямі.

Схема насінництва складається з таких ланок: насінницька еліта, розсадник оцінювання потомств, насіннєвий розсадник, супереліта, еліта (рис. 18.5).

Добір типових для сорту рослин бажано проводити в кількох географічно віддалених місцях на ділянках насіннєвого розсадника (оригінальне насіння). Сім'янки відібраних (1 – 2 тис.) рослин аналізують у лабораторії на вміст олії та лушпинність. Частину насіння з кращих рослин (з кожної індивідуально) висівають наступного року для оцінювання потомств, а другу частину зберігають.

Розсадник оцінювання потомств. Для збереження гетерозиготності сорту-популяції потрібно 100 – 150 родин. За результатами польових і лабораторних досліджень у розсаднику відбирають 25 – 30 % кращих родин, які перевищують контроль (К) за комплексом ознак. Тому для вивчення висівають не менше ніж 300 родин. Насіння кожної родини висівають на однорядкових ділянках за схемою К № № К № № у двох повтореннях. Контролем є оригінальне насіння цього самого сорту останнього року врожаю.

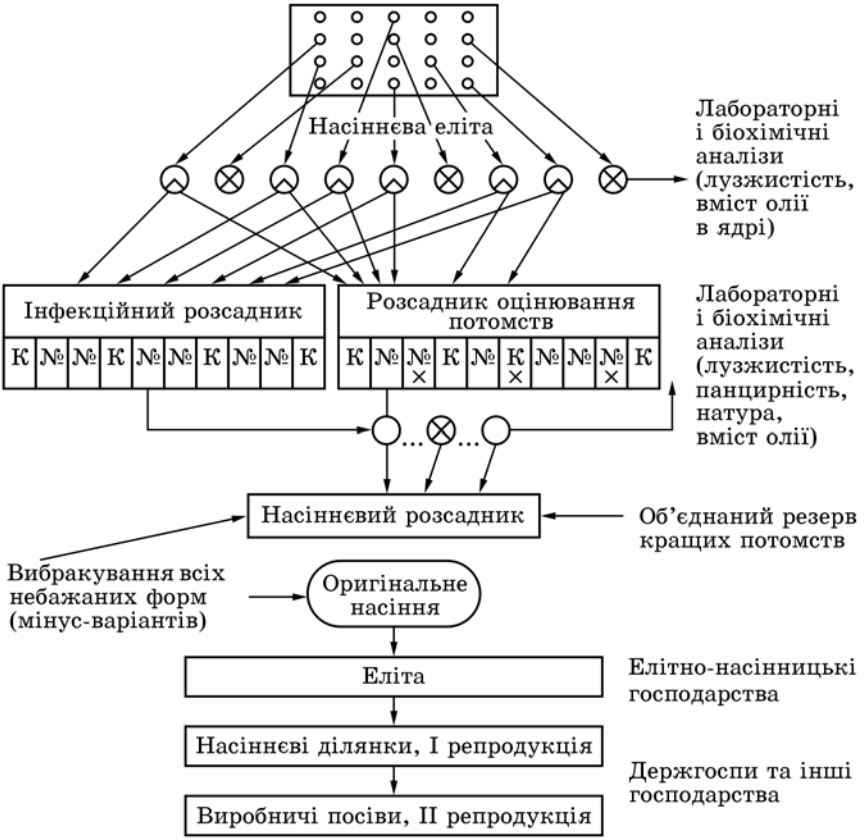


Рис. 18.5. Схема поліпшувального насінництва соняшнику
(за В.С. Пустовойтом, Т.Г. Плотніковою)

Паралельно частину насіння всіх номерів (родин), висіяних у розсаднику оцінювання потомств, висівають на спеціальній ділянці для оцінювання їх на стійкість до вовчка.

Резерви насіння родин, які за комплексом показників на спеціальній ділянці та в розсаднику оцінювання потомств перевищили контроль, об'єднують у фонд для створення маточного насіння в насіннєвому розсаднику. Резерв насіння родин, які поступалися контролю, вибраковують.

Насіннєвий розсадник призначений для вирощування оригінального насіння або, за потреби, маточного. Засівають його об'єд-

наним резервним насінням кращих родин, що виділилися в розсаднику оцінювання потомства. Розміри цього розсадника зумовлюються площею посіву сорту у виробництві і становлять 2 – 6 га. Насіннєвий розсадник ізолюють від інших посівів соняшнику, дотримуючись просторової ізоляції не менше ніж 1000 м.

Упродовж вегетаційного періоду проводять не менше ніж три сортопрочищення: перед цвітінням, у період масового цвітіння і перед збиранням. При цьому з посіву видаляють рослини, уражені хворобами, вовчком, розгалужені, фасційовані, слаборозвинені, з нестандартними кошиками, нетиповими для сорту сім'янками.

Насіння, вирощене в цьому розсаднику, використовують як оригінальне для висівання на еліту або як маточне для повторного закладання насіннєвого розсадника залежно від поширення сорту у виробництві.

Еліта. Процес створення насіння еліти є суттю поліпшувального насінництва соняшнику. Ділянку для еліти засівають насінням, вирощеним у насіннєвому розсаднику або на спеціальній ділянці супереліти. На посівах еліти проводять ті самі роботи з обстеження посівів, догляду за ними та вибраковування рослин, що й у насіннєвому розсаднику.

Еліту передають на насіннєві ділянки господарств для вирощування I репродукції.

Кукурудза. Згідно із системою, що діє нині, первинне насінництво компонентів схрещування для виведення гетерозисних гібридів зосереджене в науково-дослідних установах. Вони вирощують оригінальне насіння та еліту самозапилених ліній, їх стерильних аналогів, аналогів-закріплювачів стерильності, відновників фертильності, оригінальне насіння та еліту сортів, які є батьківськими формами гібридів, їх стерильних аналогів — закріплювачів стерильності та відновників фертильності, а також оригінальне насіння та еліту занесених, до Реєстру сортів. Еліту названих компонентів створюють за триступінчастою схемою (рис. 18.6).



Рис. 18.6. Схема створення еліти компонентів гетерозисних гібридів кукурудзи

Головним завданням насінництва батьківських компонентів гетерозисних гібридів є підтримання і підвищення сортової чистоти (типовості), високого ступеня стерильності материнських, закріплювальної та відновлювальної здатності чоловічих форм, високої вирівняності за всіма морфологічними та біологічними ознаками рослин і насіння, високої комбінаційної здатності форм, що використовуються у схрещуваннях. Тому, починаючи з первинних розсадників

до еліти, проводять добори, спрямовані на створення насіннєвого матеріалу не тільки високої сортової чистоти (або типовості), а й вирівняності за морфологічними, господарськими і біологічними ознаками та властивостями.

При створенні еліти самозапилених ліній крім методів масового та індивідуального доборів застосовують інцухт.

Самозапилені фертильні лінії. Розсадник добору закладають раз на 3 – 4 роки без просторової ізоляції. Частину насіння, відібраного з качанів від самозапилення найтиповіших для цієї лінії рослин, у насіннєвому розсаднику висівають окремими рядками. Через кожні 10 – 20 родин розсадника добору висівають стандарт-еліту цієї лінії. За кожною родиною впродовж вегетаційного періоду ведуть спостереження і порівнюють їхні морфологічні ознаки із стандартом.

Для подальшого розмноження в насіннєвому розсаднику використовують резервне насіння тільки з тих самозапилених качанів, які дали в розсаднику добору типові для цієї лінії за всіма ознаками рослин.

Насіннєвий розсадник закладають на ізольованій (просторово) від інших посівів кукурудзи ділянці. Родини, які висівають у розсаднику, одну від одної не ізолюють. До початку цвітіння із розсадника видаляють рослини і родини, якщо за якоюсь ознакою вони відрізняються від основного типу. За такими самими принципами вибраковують родини після збирання за ознаками качанів.

Урожай типових родин об'єднують в одну партію і називають *оригінальним насінням* цієї самозапиленої лінії.

У наступні 2 – 3 роки насіннєвий розсадник закладають насінням типових качанів, відібраних у цьому самому розсаднику.

Розсадник еліти закладають оригінальним насінням. При розміщенні цього розсадника слід дотримуватися просторової ізоляції від інших посівів кукурудзи. Для збереження типовості матеріалу проводять негативний добір. До цвітіння видаляють з посіву рослини, а після збирання — качани, нетипові для цієї лінії хоча б за однією ознакою. Для збереження комбінаційної здатності розмножуваних ліній періодично проводять добір за цим показником.

Стерильні аналоги та аналоги — закріплювачі стерильності самозапилених ліній. ***Розсадник добору,*** як і по фертильних лініях, закладають раз на 3 – 4 роки. Матеріал для висівання беруть, як правило, в насіннєвому розсаднику стерильної лінії. Для цього здійснюють самозапилення типових рослин лінії-закріплювача в межах типових родин і одночасно частиною пилку цієї самої рослини запилюють найтиповіші рослини стерильного аналога лінії. Частину насіння, одержаного від кожної пари качанів, висівають суміжними рядками по 30 – 50 насінин у розсаднику добору,

а решту (резерв) зберігають. Через кожні 10 – 20 пар родин розміщують як стандарт два рядки еліти цієї лінії, один з яких є стерильним аналогом, а другий — закріплювачем стерильності. Нетипові пари родин або пари, у яких стерильний аналог дав хоча б поодинокі фертильні рослини, вибраковують.

Насіннєвий розсадник у 1-й рік засівають резервним насінням від типових пар качанів, перевірених у розсаднику добору в наступні 2 – 3 роки, насінням типових качанів з родини насіннєвого розсадника. Родини розміщують попарно — стерильна і закріплювач стерильності.

На початку цвітіння видаляють родини стерильних аналогів, які дають волоть з фертильним пилком. Під час збирання вибраковують родини за ознаками качанів. Урожай з рослин типових пар родин збирають окремо і об'єднують окремо у дві різні партії: оригінальне насіння стерильного аналога й оригінальне насіння аналога закріплювача стерильності.

Розсадник еліти засівають переміжними рядками насінням супереліти стерильного аналога й аналога — закріплювача стерильності. У період вегетації проводять сортові прополювання. Видаляють нетипові для цієї лінії рослини, а на стерильній формі — ще й фертильні рослини. Насамперед урожай збирають з аналога — закріплювача стерильності, потім — із стерильного аналога. Насіння документують як еліту і використовують для подальшого розмноження.

Лінії — закріплювачі стерильності, які використовуються як батьківські форми материнських простих гібридів, розмножують за попередньою схемою. Батьківські форми-закріплювачі створюють селекційні установи. Насінницька робота з ними зводиться до підтримання типовості та їх здатності закріплювати цілковиту стерильність у простому материнському гібриді.

Лінії — відновники фертильності. Здатність ліній відновлювати фертильність контролюють раз на 3 – 4 роки. Для цього в насіннєвому розсаднику здійснюють самозапилення рослин лінії відновника і одночасно її пилком запилюють материнську стерильну форму того гібрида, в якому ця лінія використовується як чоловіча форма. У розсаднику добору висівають парами частину насіння (за методом резерву) з самозапилених і відповідних їм гібридних качанів. У цьому розсаднику відбирають родини за морфологічною типовістю і чоловічою фертильністю.

Насіннєвий розсадник закладають резервом насіння тих родин, які дістали позитивну оцінку в розсаднику добору. Далі роботу ведуть за попередніми схемами.

Схема виробництва насіння еліти цукрових буряків. Репродукування сортів цукрових буряків без доборів через 1 – 2 гене-

рації призводить до регресії продуктивності, особливо цукристості. Тому діюча схема насінництва передбачає проведення безперервного підтримувального добору, а також поліпшення сорту із застосуванням індивідуального добору. Цю роботу здійснює оригінатор сорту.

Підтримувальний добір. У 1-й рік насінницької роботи з новим сортом проводять репродукційне висівання і паралельно це саме насіння висівають у селекційному розсаднику спеціально для проведення підтримувального добору.

Коренеплоди з селекційного розсадника аналізують на вміст цукру, за індивідуальною масою, формою. За цими показниками відбирають кращі (20 – 22 тис. шт.) і висаджують для вирощування оригінального насіння.

Оригінальне насіння, вирощене на 2-му році з коренеплодів, відібраних у селекційному розсаднику поляриметричним аналізом, перевіряють на 3-му році в екологічному та станційному сортовипробуванні. Якщо за даними цього випробування цукристість і продуктивність сорту не знизилися, то оригінальне насіння використовують для репродукційного посіву і на вирощування насіннєвої еліти. При позитивній оцінці в державному сортовипробуванні (6-й рік) насіннєва еліта призначається на маточний посів. Вирощене на 8-му році фабричне насіння використовують на виробничі посіви.

Добори в селекційному розсаднику проводять щороку згідно з планом вирощування оригінального насіння по кожному сорту.

Поліпшення сортів методом індивідуального добору. Перший індивідуальний добір для поліпшення сорту аналогічний суперелітному підтримувальному добору.

На ділянках селекційного розсадника, призначених для індивідуального добору, відбирають (1-й рік) найцінніші коренеплоди-родоначальники (педігрі). Вирощують із них насіння (2-й рік), оцінюють у станційному випробуванні (3-й рік) і відбирають кращі потомства. Від коренеплодів цих потомств одержують насіння, яке направляють на станційне випробування.

Суміш насіння кращих номерів індивідуального добору на 6-й рік роботи висівають на репродукцію та одночасно для підтримання сорту методом суперелітного масового добору — в селекційному розсаднику. Наступні етапи схеми від репродукційного посіву до вирощування фабричного насіння такі самі, як і при підтриманні сорту методом підтримувального добору.

Використання у виробництві полігібридів та гетерозисних гібридів цукрових буряків на основі чоловічої цитоплазматичної стерильності зумовлює особливості насінництва.

Насінництво компонентів полігібридів, диплоїдних ($2n$) й тетраплоїдних ($4n$) форм ведуть окремо по кожному традиційними мето-

дами масового та індивідуального підтримувального добору. За тетраплоїдною формою крім аналізу на цукристість проводять цитологічний аналіз на плоїдність. Поліплоїдне насіння для фабричних посівів вирощують щороку схрещуванням тетраплоїдних і диплоїдних форм. На ділянках гібридизації $4n$ і $2n$ компоненти висаджують рядками при співвідношенні їх 3 : 1 або 4 : 1. При закладанні насінників сумішшю коренеплодів співвідношення компонентів залишається те саме, що й при рядковому розміщенні.

Насіння, вирощене на ділянках гібридизації, є сумішшю ди-, три- і тетраплоїдних компонентів (анізоплоїдна популяція). Триплоїдне насіння, яке в потомстві виявляє ефект гетерозису, в цій суміші досягає 75 %. Тому при висіванні сумішшю анізоплоїдного насіння ефект гетерозису використовують не повною мірою.

Тепер у виробництво впроваджують гібриди на стерильній основі. Насінництво компонентів схрещування для вирощування гетерозисного насіння на стерильній основі ведуть також традиційними методами суперелітного масового та індивідуального добору. На ділянках гібридизації чоловічостерильний компонент і запилювач висаджують переміжними рядками у співвідношенні 3 : 1. Збирання насіння роздільне за компонентами. При схрещуванні стерильних за пилком диплоїдних форм з тетраплоїдними (або диплоїдними) запилювачами при роздільному збиранні насіння кількість триплоїдних (або диплоїдних) гібридів можна довести до 100 %, що забезпечує максимальне використання ефекту гетерозису.

18.2. Насінництво культур, що розмножуються вегетативно

Спосіб розмноження цієї групи культур зумовлює особливості методів вирощування вихідного матеріалу для організації первинного насінництва. Розглянемо це на прикладі картоплі.

Вихідним у насінництві картоплі є високоякісний, оздоровлений матеріал, завдяки якому в процесі розмноження підтримується комплекс цінних господарських ознак сорту.

Основним способом створення вихідного матеріалу залишається добір. У насінництві картоплі відомо кілька видів добору, що відрізняються ступенем досконалості: добір садивних бульб за енергією проростання, питомою масою, типовістю морфології; масовий покущово-гніздовий при оцінюванні матеріалу як за розвитком рослин, так і за їх продуктивністю; негативний добір, що ґрунтується на вибраковуванні з посівів рослин з дефектами як за розвитком, так і за врожайністю; клоновий добір.

У практиці елітного насінництва застосовують клоновий добір, який дає змогу видалити уражені хворобами, вироджені бульби, мутанти, рослини з іншими дефектами, що погіршують сорт (В.А. Вітенко, А.А. Осипчук, А.А. Кучко та ін.).

Клоновий добір — це складний, але ефективний спосіб підтримання і збереження насіннєвих властивостей картоплі. Використання бульб картоплі як основного садивного матеріалу дає змогу легко розв'язати проблему генетичної однорідності. Значно важче підтримувати хороший санітарний стан рослин, а надалі — насаджень картоплі. Наприклад, при поширенні вірусних хвороб будь-яка уражена материнська рослина дасть уражені бульби, які, в свою чергу, дадуть хворі рослини. Тому важливою особливістю первинного насінництва картоплі є створення вихідного матеріалу для закладання розсадника добору клонів.

У картоплесійних країнах схеми первинного насінництва дещо відрізняються за кількістю років, витрачених на створення еліти. В США прийнято схему вирощування еліти за 3 роки, у Франції — за 4 – 7, у ФРН — за 5 – 7 років.

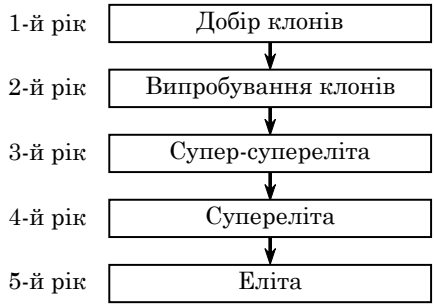


Рис. 18.7. Схема виробництва еліти картоплі

В Україні прийнято 5-річну схему вирощування еліти з щорічним відтворенням і добором вихідних рослин (рис. 18.7).

Організаційно первинне насінництво починається із створення вихідного матеріалу, який має бути чистим від вірусної інфекції.

Відтворення еліти. Відтворюють еліту на основі добору кращих за продуктивністю здорових рослин з випробуванням їхнього вегетативного потомства (клонів) або використовують як вихідний оздоровлений біотехнологічними методами матеріал без індивідуального його випробування в потомстві.

На основі клонів еліту вирощують за такою схемою: 1-й рік — добір клонів; 2-й — розсадник випробування клонів; 3-й — розсадник супер-суперелiти; 4-й — розсадник суперелiти; 5-й — розсадник еліти.

На основі оздоровленого біотехнологічними методами вихідного матеріалу (рослини і мікробульби in vitro, мінібульби) еліту можна відтворювати за три- або чотирирічною схемою.

Трирічна схема відтворення еліти: 1-й рік — одержання вихідного матеріалу біотехнологічним методом у лабораторних умовах,

культиваційних спорудах та закладання ним того самого року розсадника супер-супереліти в полі; 2-й — розсадник суперелiти; 3-й — розсадник еліти.

Чотирирічна схема відтворення еліти: 1-й рік — виробництво макро- і мінібульб на основі культивування оздоровлених рослин у культиваційних спорудах або у відкритому ґрунті в умовах просторової ізоляції від переносників та джерел вірусної інфекції; 2-й — розсадник супер-супереліти; 3-й — розсадник суперелiти; 4-й — розсадник еліти.

На півдні України в умовах зрошення при двоврожайній культурі застосовують таку схему відтворення еліти:

- 1-й рік — одержання мінібульб у культиваційних спорудах на основі мікро-бульб або рослин in vitro; розсадник випробування (літнє садіння мінібульб);
- 2-й рік — розсадник розмноження (весняне садіння бульбами з розсадника випробування); розсадник супер-супереліти (літнє садіння свіжозібраними бульбами з розсадника розмноження);
- 3-й рік — розсадник суперелiти (весняне садіння бульбами з розсадника супер-супереліти); розсадник еліти (літнє садіння свіжозібраними бульбами з розсадника суперелiти).

Процес відтворення еліти на основі клонового добору та оздоровлених рослин або мікробульб in vitro наведено на рис. 18.8.

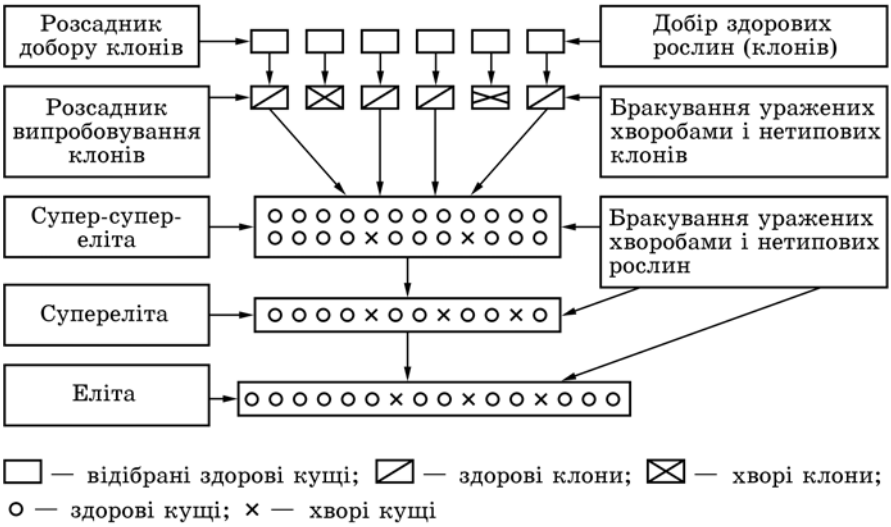


Рис. 18.8. Схема добору клонів та відтворення еліти на їхній основі

Одержання вихідного матеріалу біотехнологічними методами. Для одержання вихідного оздоровленого насіннєвого матеріалу картоплі застосовують методи термотерапії і хіміотерапії різних модифікацій в поєднанні з культурою меристеми.

Оздоровлений таким чином вихідний насіннєвий матеріал, залежно від схеми і методу одержання, поділяють на вирощений:

- в умовах in vitro (рослини і мікробульби);
- у закритому ґрунті з рослин, мікробульб in vitro (міні- і мікробульби);
- у відкритому ґрунті (в польових умовах) з рослин, мікробульб in vitro.

Мінібульби — це бульби масою 0,5 – 25 г, одержані при вирощуванні їх у культиваційних спорудах або у відкритому ґрунті в умовах просторової ізоляції від джерел та переносників інфекції з дотриманням заходів, що запобігають повторному інфікуванню бульб збудниками хвороб картоплі, насамперед вірусних.

Для одержання вихідного оздоровленого матеріалу у відкритому ґрунті використовують оздоровлені рослини і бульби, вирощені в умовах просторової ізоляції, розмножені в закритому ґрунті (культиваційних спорудах) або отримані від вирощення рослин in vitro, які перевіряють на наявність вірусів найдоступнішими в насінництві краплинним та імуноферментним методами.

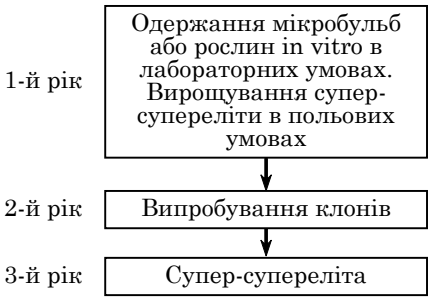


Рис. 18.9. Схема вирощування еліти картоплі з використанням як вихідного матеріалу бульб та рослин in vitro

Одержання мікробульб in vitro дає змогу скоротити схему виробництва еліти картоплі до 3-х років (рис. 18.9).

При вирощуванні великої партії вихідного оздоровленого матеріалу, потрібного для насінницької роботи, використовують методи прискореного розмноження. З метою запобігання повторному інфікуванню оздоровленого матеріалу вірусами застосовують афіциди для боротьби з активними переносниками вірусної інфекції, відповідні організаційні заходи та технологічні способи.

Створюючи еліту клоновим добором, залежно від прийнятої схеми закладають відповідні розсадники.

Розсадник відтворення оздоровленого матеріалу та добору клонів. У розсаднику висаджують матеріал, попередньо оздоровлений доборами, методом культури верхівкової меристеми або

селекційний насіннєвий матеріал. Меристемний матеріал одержують з науково-дослідних установ. Якщо безвірусний насіннєвий матеріал не завозять щорічно, то в розсаднику висаджують здорові бульби за результатами серодіагностики.

Розсадники добору клонів закладають в умовах просторової ізоляції від резерваторів та переносників інфекції, зокрема попелиць. Вони мають забезпечувати виконання завдання щодо відбору клонів на заплановані обсяги еліти. При цьому враховують середню кількість хворих кущів, що видаляються за період вегетації при фітопатологічному прочищенні.

Усі рослини в розсаднику в період вегетації підлягають візуальному оцінюванню. Проводять також оцінювання на приховану вірусну інфекцію. Після видалення всіх хворих рослин добирають клони.

В окремих випадках добір клонів проводять у розсаднику випробування клонів, а по сортах, вперше занесених до Реєстру, — на селекційному матеріалі.

Для виробництва 100 т еліти за 5-річною схемою добирають 1000 – 1200 клонів.

Намічені для добору рослини мають бути добре розвинені, типові за морфологічною будовою, здорові за зовнішнім виглядом. Кількість стебел у кущі характерна для сорту.

В усіх випадках остаточне оцінювання проводять за врожайністю. Для цього при збиранні врожаю бульби попередньо викладають з кожного куща для оцінювання і добору клону по гнізду. Добирають ті клони, де всі бульби в кущі здорові, кількість товарних бульб характерна для сорту, перехід від великих до дрібних звичайних типовий для основної маси здорових рослин.

Відібрані від кожної рослини бульби збирають окремо, в паперові чи в поліетиленові мішечки. У поліетиленових мішечках потрібно зробити отвори діаметром до 1 см для дихання бульб. Якщо поліетиленові мішечки використовують повторно, їх дезінфікують 2%-м розчином мідного купоросу або формаліну.

Взимку та на початку весни клони перевіряють методом індексації. Перевіряють одну-дві бульби від клону. В теплицях за зовнішніми симптомами визначають уражені хворобами рослини. Крім візуального оцінювання, проводять серологічні аналізи для виявлення вірусів у латентному стані.

Уражені вірусами рослини вибраковують. Вибраковують і відповідні їм клони.

Навесні перед садінням кожний клон оглядають при доброму освітленні. У разі виявлення хоча б однієї ураженої бактеріальними чи грибними хворобами бульби увесь клон вибраковують.

При перегляді клонів поверхню столу і рукавиці періодично дезінфікують, використовуючи 2%-й розчин мідного купоросу, формаліну або розчин вапна.

Здорові клони групують за кількістю бульб 8 – 10, 11 – 12, 13 – 14 і т. д., що значно полегшує розміщення їх у полі під час садіння.

Усі дані про вихідний матеріал, який використовують для закладання розсадника відтворення оздоровленого матеріалу та добору клонів, а також результати бракування за період зберігання та оцінювання під час вегетації заносять до спеціального журналу.

Розсадник випробування клонів. У розсаднику висаджують відібрані клони, розміщуючи їх один біля одного смугами, між якими обов'язково залишаються поперечні доріжки завширшки не менше ніж 1 м. При вирощуванні у розсадниках різних сортів їх висаджують на відстані не менш як 1,4 м. Доріжки використовують також для проїзду сільськогосподарських машин, вивезення картоплиння під час прочищення та оброблення посівів пестицидами.

Клони висаджують, розкладаючи бульби у попередньо нарізані борозни з наступним загортанням їх з утворенням гребенів.

Схема садіння — 70 × 35 – 40 см. При проведенні серодіагностики клони нумерують. Кілочки встановлюють через кожні 20 рядків і нумерують порядковим номером ділянки (20, 40, 60, 80 і т.д.).

Спостереження за клонами та перше вибраковування починають при досягненні рослинами висоти 15 – 20 см; друге — на початку цвітіння. Коли починає відмирати бадилля, здійснюють кінцеве оцінювання та вибраковування клонів, після чого збирають урожай.

Щоб зменшити витрати на проведення серологічних аналізів, доцільно спочатку дослідити середній зразок листків кожного клону, потім перевірити всі кущі безвірусних клонів. Середній зразок формують з 3 – 5 кущів клону. Це дає змогу вибраковувати максимальну кількість уражених рослин — основного джерела інфекції при наступному розмноженні відібраного вихідного матеріалу в процесі формування еліти.

При вибраковуванні видаляють усі клони, в яких хоча б на одній рослині виявлено ознаки вірусних хвороб, чорної ніжки, кільцевої гнилі, а також клони з пригніченими в рості рослинами.

Усі записи оцінювання клонів та їх бракування ведуть у спеціальному журналі.

Розсадник супер-суперелiти. У розсаднику висаджують ретельно перебрані бульби, вирощені в результаті випробування клонів, або посадковий матеріал, одержаний біотехнологічними методами

(рослини та мікробульби від оздоровлених рослин). Густота садіння становить 50 – 60 тис. бульб на 1 га залежно від розміру фракції, ширина доріжок між сортами — не менше ніж 2,8 м. Після садіння складають акт на закладання розсадника, зазначивши спосіб одержання вихідного матеріалу. Посіви супер-суперелiти прочищають 2 – 3 рази, починаючи тоді, коли рослини досягають висоти 15 – 20 см. На кожне прочищення складають акт.

Контрольний аналіз на приховану ураженість вірусами проводять у фазі бутонізації — цвітіння рослин або в зимово-весняний період, користуючись методом індексації бульб. Для цього із розсадника по кожному сорту беруть 50 рослин з 1 га, але не більше ніж 200 рослин (або бульб для індексації). Збирання здійснюють з попереднім знищенням картоплиння. Строки раннього збирання встановлюють залежно від властивостей сорту і зони вирощування.

Розсадник суперелiти. Тут висаджують бульби, одержані в розсаднику супер-суперелiти. Сортове та фітопатологічне прочищення, контрольний серологічний аналіз на приховану вірусну інфекцію, а також оформлення документації, технологічні та насінницькі роботи проводять так само, як у розсаднику супер-суперелiти.

З насіннєвого матеріалу суперелiти згідно з методикою відбирають бульби для ґрунтконтролю.

Розсадник елiти. Вирощують елiту з насіннєвого матеріалу, одержаного в розсаднику суперелiти. Густота садіння — 55 – 60 тис. бульб на 1 га. Тут застосовують комплекс технологічних і насінницьких способів, рекомендованих для цієї зони, які сприяють одержанню насіннєвого матеріалу, що відповідає вимогам державного стандарту щодо сортових та посівних властивостей елiти. Обов'язково виконують 2 – 3 сортофітопрочищення.

18.3. Методи і схема створення насіння елiти багаторічних кормових трав

Первинне насінництво багаторічних трав, як правило, ведуть науково-дослідні установи — оригінатори сорту, щоб забезпечити вихідним насінням інші науково-дослідні установи, які вирощують елiту в зоні, рекомендованій у Реєстрі сортів.

Насіння елiти багаторічних трав вирощують за чотириланковою схемою первинного насінництва (рис. 18.10).

Виробництво елiти потребує спеціальних методів і проведення заходів щодо збереження та підтримання господарських ознак і



Рис. 18.10. Схема первинного насінництва багаторічних трав

біологічних властивостей сорту, завдяки яким він був занесений до Реєстру. При цьому використовують масовий добір, внутрішньосортове вільне перезапилення, а в деяких культур — індивідуально-родинний добір. Масовий добір проводять як позитивний, так і негативний. Усі заходи здійснюють комплексно, особливо для багаторічних бобових трав. Крім цього, використовують дію природного добору.

Розсадник маточного матеріалу закладається для вирощування насіння, яке буде використано для створення пасовищ. Сіють насінням з пасовищ 2 – 3-річного користування.

Розсадник збереження сорту обов'язково закладається в селекційній установі — оригінаторі сорту по поширених сортах, за погодженням з установою — оригінатором сорту його закладають в інших науково-дослідних установах, що займаються насінництвом.

Вихідний матеріал для закладання розсадника збереження сорту відбирають з кращих травостоїв оригінального насіння або еліти певного сорту різних років та різних районів вирощування. Для цього можна використовувати насіння урожаю минулих років із розсадника збереження сорту.

Для закладання розсадника збереження сорту для люцерни та еспарцету відбирають кращі рослини, для конюшини — кращі суцвіття.

Відібрані кращі рослини (суцвіття) обмолочують індивідуально. Після вибракування (за продуктивністю) насіння кращих рослин висівають окремими рядками або гніздами по потомствах на таких відстанях між ними: 45 × 30 см; 45 × 45; 60 × 60; 90 × 90 см. Застосовують і широкорядкове висівання з розрідженим розміщенням рослин у рядку.

При розміщенні розсадника збереження сорту перехреснозапильних багаторічних кормових культур потрібно обов'язково дотримуватися просторової ізоляції від інших сортів цього самого виду трав. Просторова ізоляція для бобових становить не менше ніж 200 м, злакових — 400 м. Іноді використовують екранну ізоляцію високорослою культурою.

Щоб створити оптимальні умови розвитку рослин у розсаднику, впродовж вегетаційного періоду здійснюють дбайливий догляд: розпушування ґрунту; боротьбу з бур'янами, хворобами і шкідниками; підживлення рослин.

У розсаднику збереження сорту впродовж вегетації трав ретельно спостерігають за розвитком рослин і оцінюють їх на 1 – 3-му роках життя. Всі нетипові для сорту рослини, уражені хворобами, видаляють із розсадника до цвітіння. Відібрані за комплексом ознак не менше ніж 1000 рослин залишають до дозрівання насіння. Перед збиранням ці рослини додатково оцінюють за продуктивністю насіння. Малопродуктивні рослини скошують і видаляють із розсадника.

Насіння рослин, що залишилися, збирають разом, очищають і використовують для розсадника попереднього розмноження. Посіви у цьому розсаднику апробують тоді, коли насіння з нього має товарне призначення, тобто для подальшої роботи надходить до іншої науково-дослідної установи.

Розсадник попереднього розмноження закладається по поширених сортах, що занесені до Реєстру, за великої потреби в оригінальному насінні. По сортах з малим обсягом вирощування цей розсадник не закладається, а насіння з розсадника збереження сорту висівається для створення оригінального насіння.

Головним призначенням розсадника розмноження є максимальне розмноження насіння при збереженні високої сортової чистоти. Висівають широкорядним, стрічковим або суцільним способом зі зниженими нормами висіву. Заходи догляду за посівами спрямовані на забезпечення оптимальних умов розвитку рослин і формування високого врожаю насіння. Рослини, що відрізняються за морфологічними ознаками або уражені хворобами, вибраковують.

Розсадник оригінального насіння закладається насінням із розсадника розмноження, а за скороченої схеми — із розсадника збереження сорту. Обсяг виробництва насіння зумовлюється площею посіву еліти і створенням необхідного страхового фонду (100 % річної потреби).

На посівах оригінального насіння проводять обов'язковий комплекс агротехнічних заходів (у тому числі вибраковування нетипових і уражених хворобами рослин) для одержання високоякісного чистосортного насіння.

Розсадник еліти. Головним завданням цієї ланки насінництва є виробництво насіння в обсязі, що забезпечує потребу виробництва в насінні еліти і створення страхових фондів.

Розсадник еліти закладають оригінальним насінням (іноді насінням із розсадника розмноження сорту) на оптимальному агрофоні у

відповідних полях сівозміни. Насіння висівають широкорядним (45 – 70 см), а іноді суцільним рядковим способом без покриву.

На посівах еліти проводять видове прополювання, видалення нетипових для сорту і уражених хворобами рослин. Доглядають за посівами так само, як і при вирощуванні оригінального насіння.

Посіви оригінального насіння та еліти підлягають апробації.

Контрольні запитання і завдання

1. Які схеми застосовують у виробництві еліти самозапильних культур? **2.** Які схеми виробництва еліти у перехреснозапильних культур? **3.** Які схеми виробництва еліти у вегетативно розмножуваних культур? **4.** Створення насіння еліти багаторічних трав.

Розділ 19

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ І ПІСЛЯЗБИРАЛЬНЕ ОБРОБЛЕННЯ НАСІННЯ ОКРЕМИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур ґрунтуються на використанні потенціальних можливостей сорту у конкретній екологічній зоні, оптимізації технологічних заходів (попередники, форми й дози добрив, інтегрований захист рослин, строки і норми висівання). Сорт реалізує свої можливості через насіння. Як продукт статевого процесу насіння є важливою генетичною системою, носієм спадкових господарських і біологічних властивостей, а також морфолого-анатомічних ознак сорту, гібрида. Розвиток рослин і формування насіння відбуваються за умов, створених спільною дією екологічних чинників і технологією вирощування. Вимоги до технології на насіннєвих посівах здебільшого збігаються з тими, які застосовують на товарних. Проте в деяких випадках агротехніка вирощування насіння має свої особливості. Технологія вирощування насіння передбачає комплекс спеціальних насінницьких заходів, спрямованих на прискорене розмноження сортового насіння, збереження його чистоти і формування високих посівних і врожайних властивостей.

Відомо, що врожайні властивості насіння зумовлюються не тільки генотипом сорту, а й модифікаційною мінливістю, спричиненою дією екологічних чинників та умовами вирощування.

Будь-яка модифікація є певною формою індивідуального реагування, яка входить у норму реакцій певного сорту, організму і є однією з її характеристик (І.І. Шмальгаузен). Модифікаційні зміни, акумульовані в насінні, викликані умовами його вирощування, значною мірою зумовлюють життя наступного покоління, його продуктивність.

Сприятливі умови вирощування рослин можуть виявлятися як короткочасна післядія позитивних модифікацій, що відбиваються безпосередньо на насінні певного врожаю: кращі його фізичні, посівні і біохімічні властивості.

Тривалі модифікації впливають не тільки на рослини, що зазнавали дії певних умов, а й на їх потомство. Вони мають пристосова-

ний характер і не змінюють генотип, однак при статевому розмноженні можуть зберігатися в 2 – 3-х поколіннях.

Як зазначив І.І. Шмальгаузен, висока агротехніка є не тільки засобом управління модифікаційною мінливістю, а й виявленням оптимальних норм реагування. Вона є також засобом підтримання сорту на високому рівні продуктивності, тобто виробництва насіння з високими врожайними властивостями.

Останнім часом інтенсивну технологію вирощування сільськогосподарських культур застосовують не тільки на товарних посівах. Її дедалі ширше впроваджують і на насінницьких посівах за умов промислового насінництва.

Дослідами Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла доведено, що врожайність, посівні та врожайні властивості насіння озимої пшениці підвищувалися за інтенсивної технології вирощування: внесення NPK по 120 кг/га діючої речовини, інкрустації насіння фундазолом, обприскування посівів на ІІ етапі органогенезу гербіцидом, на IV — сумішшю ССС і байлетону та на VIII етапі — тілтом. При цьому зростає роль сортової агротехніки, важливими заходами якої є правильний вибір попередників і доз мінеральних добрив.

Сівозміни і попередники. Більшість авторів вважають, що на кращих попередниках формується насіння з добрими посівними і врожайними властивостями (М.О. Кіндрук, Л.К. Січняк, О.К. Слюсаренко.

Основна агробіологічна роль сівозміни як для товарних, так і для насіннєвих посівів полягає в забезпеченні оптимального співвідношення в системі «рослина — середовище», тобто відповідності в часі та просторі адаптивного потенціалу культивованих видів і сортів особливостям ґрунту і мікроклімату. Виключно важливою є роль сівозміни в підтриманні екологічної рівноваги в агробіоценозі, в оптимізації системи «рослина — паразит», а також у родючості ґрунту. Порушення цих принципів зумовлює масове ураження агроценозів хворобами і шкідниками, пригнічення росту і розвитку рослин (О.О. Жученко).

Насіннєві посіви слід розміщувати в спеціальних насінницьких сівозмінах. При їх запровадженні потрібно керуватися загальними агробіологічними й економічними вимогами до попередників при вирощуванні сортового насіння. Особливого значення сівозміна набуває при запобіганні можливому засміченню насіння одних культур іншими, ураження його хворобами та шкідниками. Слід також ураховувати потребу просторової ізоляції для перехреснозапильних культур.

Удобрення насіннєвих посівів — один із найвпливовіших чинників при формуванні врожайних властивостей насіння.

Дослідами, проведеними у Селекційно-генетичному інституті (Л.К. Січняк, М.О. Кіндрук, О.К. Слюсаренко та ін.) на різних фонах добрив, не виявлено відмінностей за лабораторною схожістю насіння різних сортів озимої пшениці. Водночас енергія проростання змінювалася залежно від фону.

Вплив добрив на посівні та врожайні властивості насіння різний. Одні й ті самі види і дози добрив можуть виявляти позитивну або негативну дію або й зовсім не впливати на ці показники. Складний комплекс дії добрив пов'язаний з не менш складною індивідуальною реакцією сортів, яка специфічно виявляється за різних природних умов.

Дослідами, проведеними в східній частині Лісостепу України (Б.О. Весна, В.М. Костромітін, О.В. Пеньковська), встановлено, що вплив попередників і доз мінеральних добрив на посівні та врожайні властивості насіння значно нижчий, ніж за прямої дії на материнські рослини.

Застосування органічних добрив у насінницьких сівозмінах підвищує врожайність біологічно повноцінного насіння в усіх ґрунтово-кліматичних зонах.

Загальним принципом при використанні мінеральних добрив під час вирощування насіння з добрими врожайними властивостями в усіх зонах України є збалансованість елементів живлення, тобто перевага надається застосуванню повного (NPK) мінерального добрива.

Азотне живлення є важливим чинником розвитку рослин і формування насіння. Азот входить до складу всіх амінокислот, нуклеїнових кислот, які мають важливе значення для обміну речовин і особливо для синтезу білка.

Обмін азотистих речовин у рослинному організмі починається одночасно з проростанням насіння, коли запасні білкові речовини насіння піддаються гідролізу, і одночасно у частинах, що ростуть, синтезуються білки та утворюються азотисті сполуки. Під час росту рослин азотисті речовини переміщуються з відносно старішого листя в молоде, в органи, що ростуть. Нестача азоту затримує ріст і розвиток рослин, насамперед листя та генеративних органів. Водночас посилене азотне живлення часто призводить до нерівномірного дозрівання, подовження вегетаційного періоду, вилягання злакових культур, зниження стійкості рослин до грибних хвороб і несприятливих кліматичних умов. Це зумовлює формування щуплого неповноцінного насіння, що негативно позначається на потомстві.

Азотні добрива на насіннєвих посівах вносять у невеликих дозах $N_{20–60}$ залежно від попередників і стану посіву. В степовій зоні по угноєному пару під пшеницю вносять навесні азоту 20 – 30 кг/га ді-

ючої речовини. Після непарових попередників дозу азоту дещо збільшують ($N_{40–60}$).

Фосфорне живлення також впливає на рівень урожаю і його якість. Фосфор входить до складу нуклеїнових кислот, нуклеопротеїдів, фосфоліпідів, нуклеотидів, що беруть участь в енергетичному обміні (АТФ, НАД+ тощо), вітамінів, ферментів тощо. З хімічними реакціями, в яких беруть участь фосфати, пов'язана енергія живої клітини.

Нестача фосфору знижує насіннєву продуктивність та погіршує якість насіння. Тому фосфор застосовують у повній розрахунковій дозі.

Калійні добрива підвищують стійкість рослин до вилягання. Калій відіграє важливу роль в утворенні цукрів і крохмалю в насінні, сприяє обміну азотистих речовин у рослинах. Калій, як і фосфор, вносять у повній розрахунковій дозі.

При вирощуванні насіння слід використовувати тільки розрахункові дози добрив на заплановану врожайність. Тому при їх розрахунках потрібно враховувати наявність елементів живлення в ґрунті, винесення кожного з них культурою на одиницю врожаю, коефіцієнт використання їх з ґрунту і добрив.

19.1. Технологія вирощування насіння зернових культур

Озимі пшениця, жито, тритикале, ячмінь. Для вирощування високоякісного насіння озимих культур слід підбирати попередники, добре перевірені в кожній ґрунтово-кліматичній зоні.

Щоб запобігти механічному засміченню, потрібно уникати розміщення зернових культур після зернових, зокрема озимої пшениці після пшениці, особливо іншого сорту, а також після жита, озимого ячменю і навпаки.

Озиму пшеницю розміщують після парових та непарових попередників. Кращим попередником у степових районах є чорний пар. Цінність його як попередника поступово знижується з переміщенням у більш зволожені північно-західні райони, де використовують і непарові попередники. Для Степу попередники за їх цінністю можна розмістити в такому порядку: чорний пар, зайнятий пар, горох, кукурудза на силос. Звичайно цінність зазначених попередників може змінюватися залежно від генотипу сорту.

У лісостеповій зоні можна одержати високий урожай насіння високої якості після багаторічних трав (на один укіс), однорічних трав, гороху, кукурудзи на силос ранніх строків збирання.

У дослідах, проведених у Миронівському інституті пшениці ім. В.М. Ремесла, не виявлено відмінності за врожайними властивостями насіння озимої пшениці, вирощеного після гороху і кукурудзи на силос. Дослідники дійшли висновку, що інтенсивна технологія забезпечує вищу урожайність, підвищує вихід кондиційного насіння й не знижує його посівних та врожайних властивостей, тому її елементи слід застосовувати на насіннєвих посівах.

У зоні Полісся на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах кращими попередниками є люпин, рання картопля, льон, на більш окультурених ґрунтах — багаторічні трави, однорічні трави, картопля, кукурудза на силос.

Озиме жито порівняно з озимою пшеницею менш вимогливе до попередників, що зумовлено більшою стійкістю його до посухи і кореневих гнилей. Цінність попередників під озиме жито визначається раннім строком збирання.

У всіх зонах попередники озимого жита, озимого тритикале є ті самі, що й для озимої пшениці.

Озимий ячмінь стосовно родючості ґрунту і попередників подібний до озимої пшениці. Кращими попередниками для озимого ячменю є зайняті пари, горох, кукурудза на силос, рання картопля.

Обробіток ґрунту диференціюється залежно від попередника, погодних умов, ґрунтових відмінностей і вирощуваної культури. Особливо зростає значення обробітку на важких за механічним складом, ущільнених ґрунтах, а також на засмічених бур'янами і заражених збудниками хвороб полях. Допосівний обробіток ґрунту має забезпечити добре вирівнювання поверхні, нагромадження і збереження вологи та елементів живлення, дружні й рівномірні сходи, тобто оптимальні умови для росту і розвитку рослин.

Удобрення. Під посіви озимих зернових слід вносити повні мінеральні добрива, розраховані для кожної культури і кожного поля відповідно до рекомендацій, фосфорно-калійні добрива вносять під оранку. Щоб запобігти надмірному кущінню і забезпечити вищу насіннєву продуктивність рослин, розрахункову дозу азотних добрив слід використовувати роздроблено для підживлення. Перше підживлення треба проводити на четвертому, друге — на восьмому етапі органогенезу.

У дослідах, проведених у Миронівському інституті пшениці (В.Ф. Сайко, В.В. Дудник, П.К. Пасічник), внесення азотних добрив (N_{30}) наприкінці весняного кущіння — на початку виходу в трубку локальним способом дисковою зерновою сівалкою і перед виколошуванням (N_{60}) позакореневе підвищувало врожайність озимої пшениці на 4 – 5 ц/га і сприяло формуванню насіння з високою схожістю.

Строки висівання є важливою умовою формування своєчасних і дружних сходів, що значною мірою впливає на урожай і якість насіння. За оптимальних строків висівання озимі утворюють до кінця осінньої вегетації 2 – 3 синхронних пагони кущіння з добре розвиненою вторинною кореневою системою.

За ранніх строків висівання рослини переростають, тому значна кількість стебел осіннього кущіння може пошкоджуватися і випадати, що посилює весняне кущіння. Посіви пізніх строків входять у зиму, слабко розкущившись. У них продовжується інтенсивне кущіння весною. У таких посівах збільшується частка стебел пізнього весняного кущіння, на яких формується насіння з нижчими посівними та врожайними властивостями порівняно з головними і стеблами осіннього кущіння.

Оптимальні строки висівання озимої пшениці настають з переходом середньодобової температури повітря від 15 °С у бік зниження, озимого жита за середньодобової температури 15 °С. У північних районах Одеської, Миколаївської та Херсонської областей оптимальні строки висівання озимого ячменю — 15 – 25 вересня, для південних районів цих областей і Закарпаття — 20 – 30 вересня.

Ярі зернові (пшениця, ячмінь, овес), горох належать до культур ранніх строків висівання. Тому їх висівають у перші строки, на початку весняних польових робіт. Теплолюбні культури (просо, гречку) висівають, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягає 10 – 12 °С і мине небезпека повернення весняних приморозків.

Норми висівання насіння є однією з важливих умов вирощування не тільки високого врожаю, а й біологічно повноцінного насіння з високими врожайними і посівними властивостями.

Незважаючи на уявну простоту, питання встановлення оптимальної норми висіву на насіннєвих посівах досить складне. Оптимальні норми висіву для певних умов і культур з часом (у міру розвитку технології, підвищення родючості ґрунту, створення нових сортів) змінюються. Тому встановити постійні норми висіву насіння з урахуванням усіх випадків неможливо.

Деякі дослідники дотримуються положення, що для створення насіння з добрими урожайними властивостями доцільно застосовувати знижені норми висіву. Інші стверджують, що краще насіння формується на загущених посівах.

При знижених нормах висіву, вважають перші, формується крупніше насіння, а тому при пересіванні воно забезпечує вищий урожай (Г.В. Гуляєв, В.С. Шестаков). Проте І.Г. Строна довів, що не завжди крупне насіння є найкращим. Часто воно має пухку анатомічну структуру з порушеним співвідношенням між зародком і ендоспермом.

І.Г. Строна, С.М. Білецький, Л.Г. Ковальов, В.І. Князюк, С.П. Васильківський довели, що підвищення норми висіву сприяє зниженню кущистості, підвищенню вирівняності та виходу насіння з головних стебел, яке має кращі посівні та врожайні властивості порівняно з насінням зі стебел наступних порядків.

У дослідженнях, проведених у Білоцерківському сільськогосподарському інституті, з вивчення властивостей насіння ярого ячменю зі стебел різного порядку виявлено його значну різноякісність. Насіння, сформоване в колосі головних стебел, мало значно вищу енергію проростання, силу росту, польову схожість, масу 1000 насінин, урожайність у 1-й рік пересівання порівняно з насінням зі стебел наступних порядків (рис. 19.1).



Рис. 19.1. Залежність посівних і врожайних властивостей насіння ярого ячменю від місця його формування на рослині (за С. П. Васильківським):

—— — насіння з головних стебел, — — — стебел II, – · – — III і – – – — IV порядків

Насіння, яке формується на головному стеблі, за посівними і врожайними властивостями значно краще, ніж насіння, сформоване на стеблах II та наступних порядків. Тому норму висівання на насіннєвих посівах потрібно спрямовувати на максимальне одержання насіння з головних стебел і стебел II порядку. В.І. Князюк, С.П. Васильківський встановили, що на насіннєвих ділянках ячменю та озимої пшениці слід застосовувати підвищені норми висівання насіння: ячменю — на 10 %, озимої пшениці — на 12 – 15 % порівняно

з товарними посівами, що забезпечує більший вихід насіння з колосся головних стебел, і його вирівняність до 94 %.

Надмірне загущення посівів може призвести до їх вилягання, яке негативно впливає на посівні та врожайні властивості насіння. Тому норми висіву на насіннєвих посівах слід диференціювати по сортах. Для озимої пшениці на період збирання має бути не менше ніж 650 – 700, а для ячменю — 600 – 650 стебел/м^2.

Кращим способом висівання при вирощуванні насіння гречки є широкорядний з шириною міжрядь 45 см. Тому норму висіву встановлюють з розрахунку 106 – 110 насінин/м рядка (2,0 – 2,5 млн схожих насінин/га).

Узагальнюючи результати численних досліджень, можна дійти висновку, що на насіннєвих посівах зернових і зернобобових культур слід застосовувати норми висіву, які забезпечували б синхронний розвиток кожної рослини в агрофітоценозі, створювали вирівняний стеблостій та формували вирівняний за крупністю насіннєвий матеріал.

Догляд за насіннєвими посівами передбачає систему заходів, спрямованих на створення оптимальних умов росту і розвитку рослин та формування високоякісного насіння. Підживлення посівів, боротьба з бур'янами, хворобами та шкідниками, а за потреби — заходи проти вилягання не мають принципових відмінностей від проведення їх на товарних посівах. Головною вимогою до агротехнічних заходів щодо догляду за посівами є проведення їх в оптимальні строки і на високому агротехнічному рівні.

Для забезпечення високої сортової чистоти на насіннєвих посівах обов'язковим є проведення видового і сортового прополювання. Відразу після колосіння (викидання волотей) здійснюють видове прополювання, у фазі воскової стиглості — сортове, під час якого інші різновиди та сорти видаляють з поля.

Строки і способи збирання насіннєвих посівів залежать від природно-кліматичних умов зони, біологічних особливостей сорту і стану посіву на початок збирання.

Насіннєві посіви пшениці, жита, тритикале, ячменю, вівса збирають одно- і двофазним способами. При двофазному способі скошування у валки починають наприкінці воскової стиглості за вологості зерна 26 – 28 %.

Чисті від бур'янів і неполеглі посіви краще збирати однофазним способом (прямим комбайнуванням). До збирання прямим комбайнуванням приступають на початку фази повної стиглості за вологості зерна 16 – 18 %.

Насіннєві посіви потрібно збирати у стислі строки. При обмолоті зерна вологістю нижче ніж 16 % значно підвищується його травмо-

ваність, а за вологості понад 25 % збільшується кількість насіння з внутрішніми мікротравмами. І.Г. Строна виділив макро- і мікротравми насіння. До макротравм належать видимі пошкодження насінини (відбиті зародок, частина ендосперму), до мікротравм — пошкодження, невидимі неозброєним оком.

Травмування знижує вихід насіння із загальної зернової маси (бите зерно йде у відхід), енергію проростання, польову схожість, підвищує можливість проникнення в насіння шкідливої мікрофлори під час його зберігання, особливо в ґрунті після висівання. Все це призводить до погіршення врожайних властивостей насіння і зниження врожайності (рис. 19.2).

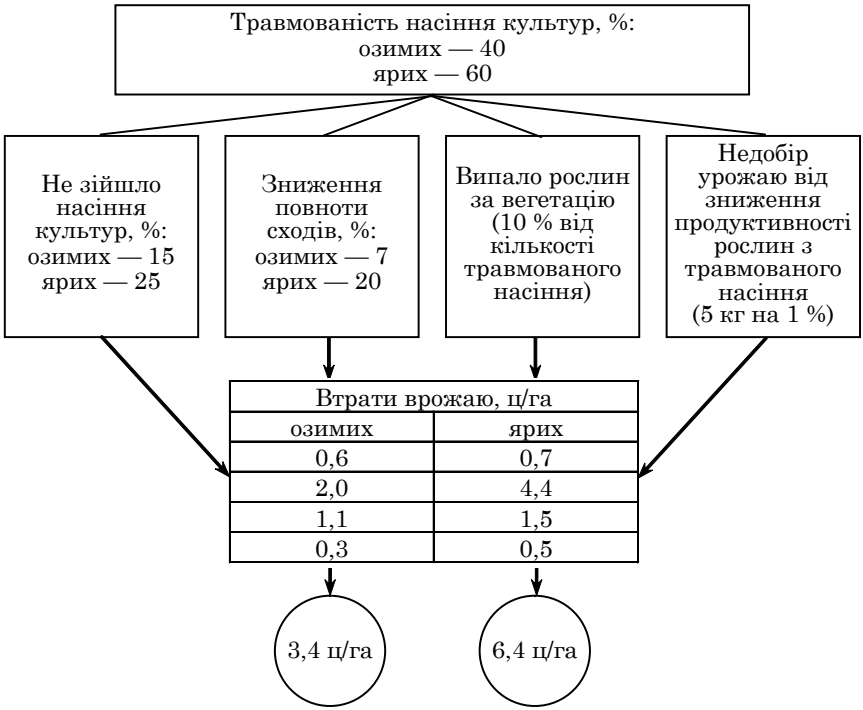


Рис. 19.2. Зниження врожайності через травмоване насіння
(за І.Г. Строною, 1972)

У дослідах, проведених в Селекційно-генетичному інституті (Л.К. Січняк, О.К. Слюсаренко), втрати врожаю озимої пшениці від висівання травмованого насіння становили до 13, а в окремих випадках — до 25 %.

Небезпека від травмування насіння полягає ще й у тому, що його лабораторна схожість може не знижуватись, а польова схожість різко знижується.

При збиранні насіннєвих посівів слід передбачити шляхи засмічення одних культур і сортів іншими. Тому перед обмолотом іншої культури комбайн потрібно «промити», тобто один-два перших бункери зерна використовують на товарні цілі. На току зернову масу, що надходить з поля, розміщують так, щоб запобігти її змішуванню. Післязбиральне оброблення насіння передбачає його сушіння, очищення і сортування, доведення до посівних кондицій та тривалого зберігання. При виконанні цих операцій слід суворо дотримуватися заходів щодо запобігання механічному засміченню насіння.

19.2. Технологія вирощування насіння кукурудзи

При вирощуванні кукурудзи, як правило, всі площі посіву засівають гібридним насінням. Для використання ефекту гетерозису у виробництві застосовують насіння тільки першого покоління. Це зумовлює особливості насінництва кукурудзи, які полягають у щорічному вирощуванні гібридного насіння F_1 незалежно від типу гібридів.

На ділянках гібридизації застосовують комплекс агротехнічних способів, спрямованих на створення оптимальних умов росту і розвитку батьківських рослин та формування гетерозисного насіння з високими посівними властивостями.

При розміщенні ділянок гібридизації або розмноження слід дотримуватися просторової ізоляції від інших посівів кукурудзи (табл. 19.1) як свого, так і сусіднього господарства, щоб уникнути біологічного засмічення насіння.

Насіннєві посіви слід розміщувати після кращих попередників на добре удобрених ґрунтах. Так, у Степу ними можуть бути озима пшениця по чорному або зайнятому пару, зернобобові і баштанні культури; в Лісостепу — озимі, зернобобові, картопля; на Поліссі — озимі, картопля, люпин.

Кукурудза — досить посухостійка культура, проте нестача вологи в критичний період різко знижує врожайність насіння. Відносно забезпечений вологою критичний період починається за 10 днів до викидання волотей і закінчується наприкінці молочної стиглості. Тому в районах недостатнього зволоження насіннєві посіви слід розміщувати на зрошуваних полях або низинних і заплавних землях.

Таблиця 19.1. **Норми просторової ізоляції для насіннєвих посівів кукурудзи**

Види посіву	Просторова ізоляція, м, не менше ніж
Самозапилені лінії, супереліта та еліта, наступні репродукції	500
Супереліта та еліта сортів і гібридних популяцій, ділянки гібридизації та розмноження простих і трилінійних гібридів (батьківські форми); стерильні аналоги сортів I і II репродукцій	300
Ділянки гібридизації подвійних міжлінійних, складних, сортолінійних і простих гібридів фуражного використання; посіви сортів і гібридних популяцій та наступних репродукцій	200

Підготовку ґрунту, висівання і догляд за посівами потрібно проводити на високому агротехнічному рівні за індустріальною технологією.

Основний обробіток ґрунту має важливе значення в системі агротехнічних заходів, спрямованих на підвищення урожайності насіння. Своєчасний і якісний обробіток практично на всіх ґрунтових різновидах сприяє поліпшенню їх поживного, температурного, водного й повітряного режимів, створенню умов для глибокого проникнення та доброго розвитку кореневої системи, ефективній боротьбі з хворобами, шкідниками та бур'янами.

Слідом за збиранням попередника починають основний обробіток — лущення стерні. Тип знаряддя, глибина і кратність лущення залежать від попередника, стану ґрунту і характеру забур'яненості поля.

Після стерньових попередників, забур'янених однорічними злаковими і дводольними бур'янами, проводять лущення стерні у двох напрямках на глибину 6 – 8 см дисковими лущильниками, а на ущільнених і пересушених ґрунтах — дисковими боронами.

На полях, засмічених коренепаростковими бур'янами, здійснюють багаторазові лущення стерні на різну глибину: перше — дисковими знаряддями на 8 – 10 см, повторні (після появи розеток у бур'янів) — корпусними лущильниками або протиерозійними культиваторами на глибину 10 – 12 і 12 – 14 см.

Під насіннєві посіви кукурудзи вносять розрахункові дози добрив на запрограмовану врожайність. Після внесення основного добрива — 20 – 40 т/га гною і розрахункових доз NPK — проводять оранку на глибину 27 – 30 см. При проростанні бур'янів восени в Степу і Лісостепу здійснюють 1 – 2 культивації. Перед стійким замерзан-

ням ґрунту бажано провести щілювання на глибину 40 – 50 см для нагромадження вологи.

Передпосівний обробіток ґрунту полягає у вирівнюванні зябу і закритті вологи. На насіннєвих посівах використовують ті самі гербіциди, що й на звичайних.

Строки і норми висівання насіння зумовлюються біологічними особливостями батьківських форм гібридів, що вирощуються. Оптимальні строки висівання насіннєвих посівів настають при стійкому прогріванні ґрунту на глибині 10 см на 12 – 13 °С для простих і на 10 – 12 °С для інших типів гібридів.

Внесення і загортання гербіцидів, передпосівну культивацію і висівання проводять без розриву в часі. При такому передпосівному обробітку посівний шар ґрунту достатньо зволожений, що забезпечує можливість загортання насіння на оптимальну глибину. У Степу вона становить 5 – 7 см, а при значному підсиханні ґрунту — й глибше, в Лісостепу і Поліссі — 4 – 5 см.

Норму висівання насіння розраховують за оптимальною густотою стояння рослин на період збирання. Тому фактична норма висівання насіння на 25 – 30 % вища порівняно з кінцевою густотою (до 15 % — природне випадання, 10 – 15 % — зрідження при боронуванні та міжрядкових обробленнях посівів). Оптимальна густота стояння рослин залежить від біологічних особливостей батьківських форм і зони вирощування. Тому потрібно чітко дотримуватися рекомендацій, характеристики вихідних форм гібридів.

Схему висівання материнських і чоловічих форм встановлюють для кожного гібрида і обов'язково наводять у його характеристиці. Схему розміщення батьківських форм гібридів установлюють з таким розрахунком, щоб качани материнських рослин найповніше запилювалися пилком чоловічих, а також, щоб урожай на ділянках гібридизації можна було збирати механізованим способом.

Чергування материнських і чоловічих компонентів при закладанні ділянки гібридизації може бути 4 : 2, 6 : 2, 8 : 2, 10 : 2.

Якщо батьківські компоненти гібрида відрізняються недостатньо, то на ділянках гібридизації до насіння чоловічої форми добавляють насіння маячної культури (соняшник, коноплі, соя, гірчиця, гречка) 0,2 – 0,3 % від маси насіння основної культури.

При всіх схемах висівання застосовують сівалки СПЧ-6М і СУПН-8. При схемі розміщення материнської та чоловічої форм у відношенні 4 : 2 насіння чоловічої форми засипають у крайні банки з обох боків (♂♀♀♀♀♂) сівалки СПЧ-6М. Висівання за схемою 6 : 2 здійснюють сівалкою СУПН-8, в якої у дві крайні банки з одного боку засипають насіння чоловічої форми, а в решту — материнської

(♀♀♀♀♀♂♂). При розміщенні чоловічих форм за схемою 10 : 2 для висівання застосовують два агрегати. Одна сівалка СПЧ-6М висіває тільки материнську форму, а друга — 4 рядки материнської і 2 чоловічої. Аналогічний порядок засипання насіння для гібридів, насінництво яких ведуть за схемою відновлення.

При вирощуванні насіння за схемою змішування материнську фертильну форму та її стерильний аналог висівають рядками за схемою 1 : 1 або 1 : 2, наприклад: ...$М_ф М_с ББ М_с М_ф М_ф М_с ББ М_с М_ф$... До насіння материнської фертильної форми добавляють насіння маячної культури.

Щоб забезпечити рівномірне висівання насіння, швидкість руху агрегату з сівалкою СПЧ-6М має становити не більш як 5, а з сівалкою СУПН-8 — 8 км/год. Кількість насінин на 1 м рядка не повинна відхилятися від заданої більш ніж на 10 %. Відхилення глибини загортання насіння від заданої не має перевищувати ±1 см. Для зменшення втрати вологи з нижніх шарів ґрунту, одержання дружних і рівномірних сходів посіви коткують кільчасто-шпоровими або гладенькими котками, але обов'язково в агрегаті з боронами.

Догляд за посівами полягає в боротьбі з бур'янами і підтриманні ґрунту в пухкому стані. Для цього проводять досходове, 1 – 2 післясходових боронування і 2 – 3 міжрядкових обробітки тим самим знаряддям, що й на товарних посівах за інтенсивною технологією. Роботи слід виконувати своєчасно, якісно, без пошкодження рослин.

При зріджених сходах на ділянках гібридизації та розмноження стерильних аналогів категорично забороняється підсаджувати насіння.

На всіх посівах самозапилених ліній, ділянках гібридизації, розмноження супереліти та еліти сортів обов'язково потрібно виконувати сортові прополювання. Починати їх потрібно у фазі 6 – 8 листків. Уже в цей час певну частину домішок можна виявити за зовнішніми ознаками (розміри стебла, забарвлення, ширина і гофрованість листя, наявність антоціанового забарвлення в основі стебла або на листках тощо). Нетипові рослини видаляють з посіву. На посівах розмноження сортів у самозапилених ліній проводять не менше ніж три сортових прополювання до початку викидання волотей. На ділянках розмноження стерильних ліній і сортів сортові прополювання проводять і в період викидання волотей. У рядках стерильної форми впродовж усього періоду викидання волотей видаляють з посіву всі рослини з фертильними і напівстерильними суцвіттями.

При вирощуванні гібридів на фертильній основі або за схемою змішування найважливішим є своєчасне і повне видалення фертильних волотей на материнській формі. Для цього за 7 – 10 діб до їх викидання слід проводити щоденне обстеження. Якщо волоть вийшла з піхви листка, її видаляють. Навіть поодинокі фертильні волоті, залишені на материнській формі, зумовлюють зниження кількості гетерозисного насіння і погіршення його врожайних властивостей. Високоякісне гібридне насіння F_1 можна виростити тільки за умов, коли воно утворилося внаслідок запилення всіх жіночих квіток материнської форми пилком чоловічої.

Контроль за повним та своєчасним видаленням волотей на фертильних материнських рослинах і перевірка повноти стерильності материнських стерильних форм є одним із найважливіших завдань насінництва гібридної кукурудзи. В усіх насінницьких господарствах, де вирощується гібридне насіння, такий контроль здійснюють проведенням польових обстежень.

За 10 – 15 діб до початку цвітіння качанів материнської форми проводять попереднє обстеження, під час якого встановлюють правильність вирощування гібридного насіння в господарстві. При попередньому обстеженні перевіряють правильність чергування рядків батьківських форм, дотримання просторової ізоляції, відсутність сортового засмічення посівів, наявність маячної культури, документації на висіяне насіння тощо. За результатами попереднього польового обстеження складають акт.

Під час цвітіння проводять три польових обстеження на якість видалення волотей або повноту стерильності (табл. 19.2): перше — на початку цвітіння, коли кількість рослин материнської форми з квітучими волотями не перевищує 5 %, друге — 40 – 60, третє (наприкінці цвітіння) — 90 – 100 %.

Якщо кількість рослин з квітучими волотями при першому обстеженні більша від зазначеної в таблиці, але не перевищує 3 % (5 % на ділянках гібридизації на фертильній основі й сортолінійних гібридів) рослин з квітучими волотями не більше ніж 5 %, ділянки не вибраковують, а щодня до кінця цвітіння видаляють рослини з фертильним пилком. Якщо кількість фертильних рослин перевищує допустиму при другому або третьому обстеженні, то посів вибраковується з насіннєвих. Результати кожного обстеження заносять у спеціальний акт обстеження.

Крім польового обстеження на насіннєвих посівах самозапилених ліній, простих гібридів, сортів і гібридних популяцій до збирання проводять польову апробацію.

Таблиця 19.2. **Допустима кількість фертильних рослин на ділянках розмноження стерильних форм і гібридизації**

Ділянка	Кількість фертильних (%, не більше) при обстеженні		
	першому	другому	третьому
Стерильні лінії:			
оригінальне насіння, еліта	1	1	1
I, II репродукції	2	2	2
Стерильні сорти, прості та трилінійні гібриди	2	2	2
Ділянки гібридизації, закладені на фертильній основі	2	2	2
Ділянки гібридизації, закладені за схемою відновлення або змішування:			
міжлінійні гібриди	2	3	3
сортолінійні гібриди	2	4	4

Збирання кукурудзи на насіння слід починати з настанням фізіологічної зрілості насіння, коли його вологість становить 35 – 37 %.

Для запобігання засміченню насіння при збиранні не допускаються поперечні обсіви ділянок гібридизації та розмноження стерильних форм.

Після цвітіння рекомендується також викосити рослини чоловічих форм на ділянках гібридизації на силос або зелений корм.

Качани на ділянках гібридизації з материнської та чоловічої (якщо її не скошено раніше) форм збирають окремо. Залежно від схеми розміщення материнської форми її збирають комбайнами «Херсонець-7», «Херсонець-9» або «Херсонець-200».

На току качани з материнської форми очищають від обгорток, видаляють нетипові, уражені хворобами і шкідниками, зі значними механічними пошкодженнями. Після цього качани здають на кукурудзокалібрувальні заводи, де вологі партії їх сушать, обмолочують і доводять до посівних кондицій (табл. 19.3).

Селекційно-дослідні установи, які вирощують оригінальне та елітне насіння самозапилених ліній і сортів кукурудзи, проводять комірну апробацію, перебирають, сушать та обмолочують насіннєві качани у себе і здають на кукурудзокалібрувальні заводи насіння, доведене до норм посівного стандарту.

Таблиця 19.3. **Посівні властивості насіння кукурудзи** (ДСТУ 2240–93)

Група насіння	Категорії насіння	Типовість, %, мінімум		Кількість ксенійних зерен, шт. на 100 качанів, максимум		Вміст насіння		Схожість %, мінімум	Золо ість %, максимум
		За даними апробації				основної культури, %, мінімум	інших культурних рослин шт./кг, максимум		
		польової	комірної	польової	комірної				
I. Самозапилені лінії	ОН	99,6	100	20	0	99	0	92	14
	ЕН	99,6	100	20	10	98	0	92	14
	РН-1-3	98,0	99	50	30	98	5	87	14
II. Гібриди — батьківські форми гібридів	F_1	98,0	99	50	30	98	0	92	14
	F_2	98,0	99	400	200	98	5	92	14
III. Гібриди товарного призначення	F_1	—	98	—	600	98	5	92	14
IV. Сорти і гібридні популяції	ОН	99,6	100	20	0	99	0	92	14
	ЕН	99,6	100	20	10	98	0	92	14
	РН-1-3	98,0	99	300	100	98	5	87	14

Особливості документації партій насіння кукурудзи. Щоб не допустити знеособлювання і змішування насіння самозапилених ліній, простих, трилінійних гібридів і сортів, що є батьківськими формами гібридів, а також полегшити їх розпізнавання, слід дотримуватися таких правил.

1. При оформленні сортових документів на насіння та посіви стерильних форм до назви ліній, сортів чи гібридів обов'язково додають літери «Т», «М» або «П» (техаський, молдавський, парагвайський типи) і слово «стерильні», наприклад ДС-103Т (лінія, яка є батьківською формою простого гібрида Дніпровський 758 ТВ).

2. У документах на насіння відновників фертильності — лінії, сорту, гібрида, що є батьківськими формами, до їх назви додають літери «МВ», «ТВ», «ПВ» (В — відновник), наприклад А619ТВ (лінія — відновник фертильності у техаського типу, яка є батьківською формою простого гібрида Дніпровський 758ТВ). Якщо відновник універсальний, то пишуть «уВ» (у — універсальний, В — відновник).

3. На насіння батьківських форм (ліній, сортів, гібридів) — закріплювачів стерильності — до їх назви у документах додають літери «зМ», «зТ», «зП» (з — закріплювач).

4. У документах на насіння батьківських форм високолізинових гібридів до їх назви додають «O_2» і слово «високолізинові», а до назви насіння першого покоління високолізинових гібридів — літери «ВЛ», наприклад Геркулес ВЛ, Дельта ВЛ.

Насіння стерильних самозапилених ліній, сортів і гібридів (батьківські форми) фарбують у синій колір, а відновників фертильності — у червоний. Закріплювачі стерильності не фарбують зовсім.

У насінні кукурудзи (в качанах) кількість зерен, уражених нігроспорозом, сірою і червоною гнилями, диплодіозом, фузаріозом та білою гниллю, при комірній апробації не повинна перевищувати: 300 на 100 качанів — для насіння супереліти та еліти; 500 — для насіння I та наступних репродукцій і поколінь.

Насіння кукурудзи, підготовлене до висівання, має бути протруєне.

19.3. Технологія вирощування насіння багаторічних трав

Для одержання гарантованого врожаю насіння багаторічних трав основні насіннєві посіви доцільно зосереджувати в екологічно сприятливих зонах і мікрозонах оптимального насінництва. Щодо цього особливої уваги заслуговує досвід організації насінництва кормових культур за кордоном. Основні посіви товарного насінництва концентруються переважно в країнах або окремих зонах, сприятливі ґрунтово-кліматичні умови яких гарантують щороку високі врожаї насіння.

Концентрація насінництва трав у районах, найсприятливіших для їх вирощування, забезпечує значний економічний ефект. Так, при середній урожайності насіння люцерни в США 204 кг/га в західних штатах вона становить 334 кг/га, а в штаті Каліфорнія — 485 кг/га. США щороку експортують 20 – 27 тис. т насіння багаторічних трав (до 15 % валового виробництва).

Канада реалізує на світовому ринку насіння конюшини лучної, тимофіївки. В Європі головними постачальниками насіння конюшини лучної є Польща, ФРН.

В Україні 80 % насіннєвих посівів люцерни зосереджено в степовій зоні, де сприятливі водний режим (можливість зрошення) і теплові ресурси, а також родючі каштанові та південні чорноземи. Головним постачальником насіння люцерни в Україні є Херсонська область.

Важливим резервом збільшення виробництва насіння багаторічних трав є інтенсивна технологія його вирощування. Вона ґрунтується на впровадженні нових високопродуктивних сортів; роз-

міщенні насіннєвих посівів у спеціалізованій сівозміні; застосуванні безпокривних широкорядних посівів більшості багаторічних трав; освоєнні ґрунтозахисної та вологозберігаючої системи обробітку ґрунту та науково обґрунтованої системи удобрення; застосуванні інтегрованого захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів; впровадженні комплексу заходів щодо збереження, примноження та раціонального використання диких комах-запилювачів, медоносних бджіл на посівах бобових трав; на біоекологічному підході до вибору укосу, прогресивних способів збирання та очищення насіння (Б.С. Зінченко, П.Т. Дробець, О.І. Мацьків та ін., 1990).

Розміщення насіннєвих посівів. У зв'язку з концентрацією насінництва багаторічних трав для забезпечення максимальної насіннєвої продуктивності насінники слід закладати на спеціально відведених площах, а не виділяти із загальних масивів. Вибір ділянки під насіннєві посіви має важливе значення. Високий урожай насіння можна виростити на родючих, добре підготовлених, достатньо зволожених, удобрених і очищених від бур'янів ґрунтах.

У спеціалізованих по насінництву багаторічних трав господарствах освоюються 7 – 8-пільні сівозміни. В їхній структурі посіви багаторічних трав становлять 38 – 40 %. При насиченні ними 9 – 10-пільних сівозмін до 50 – 56 % обов'язковим є чергування бобових і злакових трав.

У неспеціалізованих господарствах насіннєві посіви можна розміщувати поза сівозміною, у ґрунтозахисних сівозмінах з урахуванням можливостей створення відповідних умов для застосування інтенсивної технології виробництва насіння.

Щоб запобігти масовому пошкодженню нових насінників шкідниками і хворобами, їх закладають на відстані 800 – 1000 м від старих посівів.

Кращими попередниками для багаторічних бобових трав є озимі та ярі зернові (для літніх безпокривних посівів) і просапні культури: цукрові, кормові буряки, картопля.

З покривних культур кращими є вико-вівсяна сумішка на зелений корм, кукурудза на зелений корм, невилягаючі сорти ярого ячменю та проса. Норми висіву покривних культур слід зменшувати на 25 – 30 % для створення сприятливого мікроклімату підсіяним травам. Насінники бажано використовувати 2 – 3 роки. Дослідами, проведеними на Ерастівській дослідній станції Інституту зернового господарства (Д.І. Лівенський, В.П. Чумаков та ін.), встановлено, що врожайність насіння люцерни становила 1,87 – 1,95 ц/га в перший, 3,17 – 3,33 — на другий і 2,73 – 2,85 ц/га — на третій рік використання насінників. Крім того, найвищі посівні властивості (маса 1000 насінин, енергія проростання і лабораторна схожість) були в насіння з насінників 2-го року використання.

Система удобрення в насінництві багаторічних трав є важливим чинником підвищення врожаїв насіння. Дози добрив розраховують за виносом елементів живлення одиницею врожаю. Найефективнішим під бобові культури є внесення фосфорно-калійних добрив як основне удобрення і підживлення ($Р_{60–120}$, $К_{45–60}$). Азотні добрива вносять як стартові в невеликих дозах ($N_{10–20}$) під час висівання. Вирішальним чинником для підвищення насіннєвої продуктивності багаторічних бобових трав є невисокі дози азоту, а активність симбіотичної азотфіксації, яка є найкращою при pH = 7. На кислих ґрунтах (pH = 4...6) проводять вапнування. Воно знижує кислотність ґрунтового розчину, підвищує ефективність органічних і мінеральних добрив, азотфіксувальну здатність бактерій.

Органічні добрива (гній) доцільно вносити під попередник за два роки до висівання трав. Ефективним є внесення мікроелементів (молібден, бор, цинк, манган, залізо), а також бактеріальних добрив.

Строки і способи висівання значною мірою впливають на насіннєву продуктивність багаторічних трав. Останніми роками застосовують весняні та літні посіви. Весняні можуть бути безпокривними і підпокривними, літні — переважно безпокривними.

Безпокривні посіви мають перевагу порівняно з покривними, особливо трав, які ростуть повільно. Безпокривні посіви подовжують строк використання насінників. Весняні безпокривні посіви застосовують при закладанні насінників люцерни, еспарцету та інших трав. Строки літніх безпокривних посівів багаторічних бобових трав диференціюються по зонах. Кращим при висіванні в Лісостепу та Поліссі є період з третьої декади червня до кінця липня, а в Степу — до середини серпня.

Безпокривні посіви проводять широкорядним (45 – 70 см) або гніздовим способом. Ширину міжряддя встановлюють відповідно до біології культури, сорту. Так, у дослідах, проведених на Черкаській сільськогосподарській дослідній станції, встановлено, що оптимальна ширина міжряддя для сорту люцерни Верко становила 60 – 70 см, при вужчому міжрядді (45 см) насіннєва продуктивність знижувалася на 20 – 30 %.

У широкорядних посівах рослини краще забезпечуються елементами живлення, вологою, добре кущаться, стебла інтенсивно галузяться, поліпшуються умови запилення квіток усіх ярусів, що підвищує насіннєву продуктивність. У насінницьких господарствах закладають насінники переважно широкорядним способом висівання.

Підпокривні посіви проводять звичайним рядковим способом. У таких посівах рослини пригнічуються через нестачу світла, а в районах недостатнього зволоження — внаслідок дефіциту вологи.

Норма висівання насіння є важливим чинником для створення посівів з оптимальними параметрами структури врожаю. Вона визначається кількістю рослин на одиниці площі, їх кущистістю, кількістю додаткових стебел і суцвіть на стеблі, квіток у суцвітті, кількістю зерен у них. Норми висівання диференціюються по зонах (табл. 19.4, 19,5).

Таблиця 19.4. **Оптимальна густота насінневих посівів люцерни та конюшини** (Б.С. Зінченко, П.Т. Дробець, О.І. Мацьків та ін.)

Зона	Люцерна (широкорядний посів)		Конюшина лучна (звичайний рядковий посів)	
	Рослин на 1 м^2	Продуктивних стебел на 1 м^2	Рослин на 1 м^2	Продуктивних стебел на 1 м^2
Степ:				
Південний	15 – 18	130 – 160	—	—
Центральний і Північний	19 – 25	150 – 200	—	—
Лісостеп	26 – 30	200 – 230	90 – 120	300 – 400
Полісся	31 – 35	230 – 260	120 – 150	350 – 450

Таблиця 19.5. **Орієнтовні норми висівання насіння деяких багаторічних трав**

Культура	Норма висівання			
	Широкорядний спосіб		Звичайний рядковий спосіб	
	млн шт./га	кг/га	млн шт./га	кг/га
Буркун	2 – 3	4 – 6	6 – 8	10 – 14
Грястиця збірна	3 – 5	4 – 7	9 – 10	12 – 14
Еспарцет	1,5 – 2	25 – 30	4,5 – 5	80 – 90
Конюшина лучна	1,5 – 2	3 – 4	5 – 7	9 – 13
Конюшина гібридна	3 – 4	3 – 4	7 – 9	7 – 9
Люцерна	1 – 1,5	2 – 3	4 – 6	8 – 12
Лядвенець рогатий	3 – 4	4 – 5	6 – 9	9 – 12
Райграс високий	2 – 3	5 – 7	5 – 6	14 – 16
Тимофіївка лучна	5 – 8	3 – 4	12 – 16	7 – 9

Задану густоту травостою формують з дотриманням норми висівання насіння, ширини міжрядь, обробляючи посіви впоперек рядків дисками, фрезами, культиваторами з долотами.

Вибір укосу на насіння значною мірою визначає урожай насіння і його властивості. Якщо травостій багаторічних бобових трав у

першій половині літа не вилягає, нормально цвіте і є оптимальні умови для запилення, то на насіння залишають перший укіс. У роки з надмірною вологістю формується високорослий густий травостій, спостерігається інтенсивний ріст нових пагонів з бруньок на головці. Такий травостій може вилягати, цвітіння його триває 45 – 60 діб і більше, літ запилювачів поганий і рівень запилення квіток низький. Тому такий травостій скошують на корм, а на насіння використовують другий укіс.

Щоб підвищити ефективність запилення і утворення насіння багаторічних бобових трав, на насінниках розміщують пасіку (8 – 10 бджолосімей на 1 га) на початку цвітіння.

У багатьох злакових трав насіння збирають з першого укосу.

Строки і способи збирання насіння залежать від виду трав, їхніх біологічних особливостей, рівномірності дозрівання насіння, схильності до осипання та інших чинників. Установлюють строки збирання за фазою стиглості, вологістю насіння і зовнішніми ознаками насіння і суцвіття. Фізіологічно повноцінним насіння стає на початку воскової стиглості, коли його вологість становить 40 – 45 %. Багаторічні трави, насіння яких легко осипається (грястиця збірна, райграс високий), збирають роздільним способом. Скошування їх починають у фазі воскової стиглості за вологості насіння 40 – 45 %. Інші злакові трави скошують на початку стиглості за вологості насіння 28 – 35 %.

Прямим комбайнуванням збирають насіння трав у фазі повної стиглості за його вологості 15 – 20 %. Насінники багаторічних бобових трав збирають здебільшого роздільним способом.

Люцерну та еспарцет скошують у валки, коли побуріє 50 – 60 % бобів, конюшину — при побурінні 70 – 80 % головок. При прямому комбайнуванні за 4 – 10 діб (залежно від виду трав) проводять десикацію. Як десиканти використовують реглон (0,5 – 1,0 кг/га діючої речовини) або аміачну селітру (100 кг/га).

Застосовують також інші технології збирання. Індустріально-потокова технологія, суть якої полягає в транспортуванні на спеціально обладнані токи всієї маси врожаю і обмолоті її на стаціонарі, забезпечує зменшення втрати насіння під час його збирання.

Для зменшення втрат насіння при підбиранні валків та обмолочуванні комбайн ретельно готують до роботи. Підготовка комбайнів для збирання насінників, особливо люцерни й конюшини, полягає в усуненні всіх нещільностей на шляху руху насіннєвого вороху, регулюванні зазорів між барабаном і підбарабанням, жалюзі решіт і частоти обертання барабана (для конюшини і люцерни 1000 – 1200 об/хв).

Ворох з бункера просушують у надпідлогових сушарках, які діють за принципом активного вентилювання. При вентилюванні підігрітим повітрям гранична температура нагрівання вологого насіння становить 40 °С, сухого — 45 °С. Висушене насіння або ворох негайно очищають на насіннєочисних машинах ОВП-20А, ОВС-25 (післязбиральне очищення), СМ-4, ОС-4,5А, «Петкус-Супер», «Петкус-Гігант» тощо (основне очищення) і СПС-5, ПСС-1,5, ЕМС-1А, СМШ-0,4 (додаткове очищення).

Зберігають очищене насіння злакових трав за вологості менш як 15 %, еспарцету — 14, решти бобових — не вище ніж 13 %.

19.4. Технологія вирощування насіння цукрових буряків

Насіння цукрових буряків вирощують спеціалізовані буряконасінницькі господарства.

Цукрові буряки — дворічні рослини: в 1-й рік росту вони формують коренеплід і розетку листків, на 2-й — квітконосні пагони, на яких утворюється насіння. Дворічний цикл розвитку зумовлює особливості технології вирощування насіння. В Україні насінництво цукрових буряків ведуть двома способами: висадковим і безвисадковим.

Висадковий спосіб вирощування насіння цукрових буряків. Цим способом насіння вирощують за два роки: в 1-й рік висівають елітне насіння і збирають маточні коренеплоди; на 2-й рік висаджують висадки і одержують фабричне насіння І репродукції.

Технологія вирощування маточних коренеплодів аналогічна технології вирощування фабричних буряків, однак передбачає проведення специфічних і агротехнічних заходів, що забезпечують не тільки високу врожайність коренеплодів, а й підвищення коефіцієнта розмноження насіння, збереження врожайних властивостей сорту або компонентів гібрида.

Маточні буряки та насінники розміщують після озимої пшениці, висіяної після багаторічних трав, а також після удобрених гноєм однорічних трав, кукурудзи на силос. Непридатні для маточних буряків ділянки, розміщені на низинах, блюдцях, з близьким заляганням ґрунтових вод.

Для профілактики ураження хворобами та шкідниками між маточними посівами і насінниками слід дотримуватися просторової ізоляції (не менше ніж 1000 м).

Система обробітку ґрунту складається з основного, ранньовесняного, передпосівного та міжрядного обробітків. Обробіток ґрунту під маточні буряки майже не відрізняється від обробітку його під фабричні посіви.

Удобрення. Під маточні буряки та насінники добрива слід вносити в оптимальних дозах з правильним співвідношенням елементів живлення відповідно до ґрунтово-кліматичних умов і біологічних властивостей сортів та компонентів гібридів. Дози добрив визначають з урахуванням наявності елементів живлення в ґрунті певного поля та виносу їх рослинами маточних буряків і насінників.

Орієнтовні дози мінеральних добрив під маточні цукрові буряки в зоні достатнього зволоження — $N_{150}P_{130}K_{160}$, нестійкого — $N_{130}P_{130}K_{140}$ (І.В. Глеваський). У рядки при висіванні маточних буряків вносять $N_{10}P_{15–20}K_{110}$ і при ранньому підживленні (до 10 листків на рослині) $N_{20–30}P_{20–25}K_{10–15}$.

Гній (30 – 40 т/га) вносять під попередник або безпосередньо під маточні буряки та насінники.

Вирощування та збирання маточних буряків. Оптимальним при висіванні маточних буряків є період, коли ґрунт на глибині 5 – 10 см прогріється до 7 – 8 °С. Насіння загортають на глибину 2,5 – 4,0 см залежно від вологості та механічного складу ґрунту. Висівають маточні буряки з розрахунку 20 – 22 насінини (плоди) на 1 м рядка, щоб забезпечити 200 – 250 тис/га рослин на період збирання.

Догляд за посівами маточних буряків передбачає ті самі операції, що й догляд за фабричними.

Збирають маточні буряки тими самими способами і комплексами машин, що й фабричні, тільки машини регулюють на підвищений зріз гички, щоб не травмувати головки коренеплодів.

Кращим для початку збирання маточних буряків є період, коли середньодобова температура повітря перейшла через 10 °С у бік її зниження. Збирання закінчують у стислі строки (за 10 – 15 днів) до 20 – 25 жовтня в західних та південних і до 15 – 20 жовтня в центральних районах України.

Викопані маточні коренеплоди транспортують до місця зберігання, де їх ретельно сортують. Вибраковують коренеплоди з ознаками кормових, столових буряків, уражені пероноспорозом, ризоктоніозом та іншими хворобами, цвітушні, механічно пошкоджені, нестандартні за розмірами (менше ніж 50 г і понад 900 г), неправильної форми (вилчасті, дуплисті).

Маточні коренеплоди зберігають на кагатному полі в траншеях 60 – 70 см завглибшки, 80 – 90 см завширшки, 50 м завдовжки. Після укладання в кагати маточні коренеплоди укривають землею на 30 – 40 см. При стійкому похолоданні (нижче ніж 0 °С) кагати вкривають повністю на висоту 80 – 90 см. Маточні коренеплоди зберігають також у стаціонарних коренеплодосховищах з регульованими температурним режимом і вологістю повітря.

Вирощування насінників. За виносом елементів живлення насінники цукрових буряків займають одне з перших місць серед інших культур. Тому для вирощування високих урожаїв насіння з добрими властивостями насінники розміщують по високому агрофону. В зоні недостатнього зволоження рекомендується вносити гною 20 – 30 т/га, у зоні нестійкого — 30 – 40, у зоні достатнього зволоження — 40 – 50 т/га. Залежно від типу ґрунту вносять мінеральні добрива: $N_{115–160}P_{145–170}K_{120–160}$. Конкретні дози розраховують за картограмами полів сівозміни.

Насінники різних сортів слід розміщувати на відстані 2 – 3 км. При вирощуванні насіння кормових, столових і цукрових буряків просторова ізоляція має становити не менше ніж 10 км.

Маточні коренеплоди слід висаджувати у ранні строки, в якомога якісніше підготовлений ґрунт для садіння. Дрібні коренеплоди (150 – 300 г) висаджують за схемою 70 × 35 см, середні (300 – 600 г) — 70 × 40, 70 × 50 см, крупні (600 – 900 г) — 70 × 60 і 70 × 70 см.

Догляд за насінниками передбачає підтримання ґрунту в пухкому стані, боротьбу з бур'янами та захист рослин від хвороб та шкідників.

Наприкінці цвітіння насінників застосовують хімічне пінцирування гідразидом малеїнової кислоти.

На початку дозрівання насіння проводять апробацію висадкових насінників.

Збирають насінники роздільним способом. Скошування жатками починають при побурінні 60 – 65 % плодів у диплоїдних сортів. Підбирають і обмолочують валки комбайнами з полотняно-планчастими підбирачами.

Післязбиральне оброблення насіння цукрових буряків проводять із застосуванням описаних нижче способів.

Обов'язковим способом післязбирального оброблення, на відміну від інших культур, є калібрування. Для висівання насіння поділяють на дві фракції: 3,5 – 4,5 і 4,5 – 5,5 мм.

Безвисадковий спосіб вирощування насіння цукрових буряків. Суть цього способу полягає в тому, що вирощені маточні буряки не викопують на зиму. В країнах з теплими зимами (Франція, США та ін.) цей спосіб дуже поширений. В Україні (Одеська область, Автономна Республіка Крим) маточні буряки висівають наприкінці серпня за умов зрошування і в липні — без зрошування. На 1 м рядка висівають 35 – 40 насінин. Оптимальна кількість безвисадкових насінників перед збиранням на зрошуваних землях має становити 200 – 250 тис. шт./га, в зоні нестійкого зволоження — 110 – 120 тис. шт./га.

Цвітіння безвисадкових насінників починається на 20 – 30 діб раніше порівняно з висадковими.

Догляд за насінниками, збирання і післязбиральне оброблення насіння принципово не відрізняються від вирощування насіння висадковим способом.

Вирощування фабричного насіння гібридів на стерильній основі має свої особливості при закладанні насінників і збиранні насіння. Підготовка ґрунту, створення агрофону, догляд за посівами, захист від хвороб та шкідників не відрізняються від зазначених вище. Фабричне насінництво гібридів на стерильній основі набагато складніше, ніж насінництво сортів і гібридів на фертильній основі. Це зумовлено біологічними властивостями компонентів схрещування і потребою використання для висівання фабричних буряків гібридного насіння, зібраного тільки з однонасінного компонента з чоловічою стерильністю (ЧС).

У світовій практиці фабричне насіння ЧС-гібридів вирощують двома способами: роздільним і сумішшю компонентів. У насінницьких господарствах гібридне насіння вирощують тільки способом, рекомендованим оригінатором (селекціонером) гібрида.

Насіння гібридів на стерильній основі одержують при відношенні ЧС-компонента до запилювача 4 : 1 або 3 : 1.

При вирощуванні гібридного насіння роздільним способом маточні буряки компонентів гібрида в насінницьких господарствах висівають на окремих ділянках. Збирають і зберігають маточні корені окремо по компонентах. Весною компоненти гібридів на стерильній основі висаджують за схемою 12 : 4 (тобто 12 рядків ЧС-компонента і 4 рядки запилювача) або 16 : 4. Механізоване садіння за схемою 16 : 4 широко використовують у буряконасінницьких господарствах України.

Фабричне насіння збирають тільки з материнської форми (ЧС-компонента).

Вирощування гібридного насіння сумішшю компонентів спрощує насінницький процес.

19.5. Технологія післязбирального оброблення насіння сільськогосподарських культур

Завданням післязбиральної підготовки насіння є підготовка його до тривалого зберігання та висівання. Процес післязбирального оброблення насіння передбачає його сушіння, очищення та сортування, а за потреби й оброблення певними хімічними препаратами. При цьому вдається не тільки зберігати біологічні властивості вирощеного насіння, а й здебільшого поліпшувати їх.

За умов промислового насінництва післязбиральне оброблення насіння і доведення його до посівних кондицій високого класу ефективні тільки на спеціалізованих зерноочисно-сушильних комплексах.

Насіннєва маса, що надходить на тік після обмолоту, є складною механічною сумішшю (ворохом) насіння основної культури та різних органічних і мінеральних домішок. Багато з них, особливо зелені частини рослин, мають високу вологість, що зумовлює підвищення вологості насіння основної культури. Ворох зернових, зернобобових, олійних культур і трав може надходити на тік з вологістю до 40 % і засміченістю до 30 % і більше. За вологості насіння у більшості зернових культур понад 14 – 15 %, а в кукурудзи, проса, сорго — понад 12 – 14 % з'являється вільна вода й активізуються процеси життєдіяльності.

Науковими дослідженнями встановлено, що збільшення вологості насіння зернових культур на 2 – 3 % вище від критичної прискорює процеси дихання в 20 – 30 разів. Оскільки при диханні насіння виділяє вуглекислий газ, воду й тепло, температура зернової маси підвищується. Це призводить до посиленого розвитку мікроорганізмів, цвілевих грибів, а отже, до зниження схожості насіння. Тому насіннєвий ворох потрібно у міру його надходження на тік розділяти на зерно і відходи, тобто вживати негайних заходів щодо запобігання його самозігріванню.

Технологічний процес післязбирального оброблення насіння передбачає такі обов'язкові операції: приймання насіннєвої маси; попереднє очищення та сушіння; вторинне очищення і сортування; зберігання та передпосівне оброблення насіння. За допомогою очищення і сортування насіннєвої маси розв'язують три важливих завдання: видалення домішок й одержання чистого насіння основної культури; поліпшення фізичних показників насіння; виділення для висівання насіння, що відповідає вимогам стандарту на посівні властивості й має високі врожайні властивості.

Вирішення цих завдань ґрунтується на всебічному використанні відмінностей фізико-механічних властивостей насіння різних культур (парусність, розміри, маса, форма, характер поверхні тощо).

Насіннєві суміші на сучасних очисних машинах розділяють здебільшого повітряним потоком, решетами і трієрами.

Попереднє очищення насіннєвого вороху проводять за його вологості 18 – 40 % і засміченості 10 – 20 % за допомогою машин для попереднього очищення: ЗД-10000; МПО-50; К-52; К-523; К-527А (стаціонарних) і ОВП-20А; ОВС-25 (пересувних). Ворох розділяють на дві фракції: зерно й відходи. Із вороха виділяють не менше ніж 50 % домішок. Залишок соломистих домішок завдовжки до 50 мм має становити не більше ніж 0,2 %.

Якщо насіннєвий ворох має вологість не більш як 18 % і засміченість до 8 %, то його піддають первинному очищенню (без попереднього).

Первинне очищення здійснюють на стаціонарних (ЗАВ-10.30.000; ЗВС-20; ЗВС-20А; СВУ-5А; К-218; К-531А; К-546А) або пересувних

(ОС-4,5М; СМ-4) очисних машинах. За допомогою повітряного потоку, решіт і тріерів насіннєвий ворох розділяють на три фракції: насіння, фуражні й крупні відходи, легкі та дрібні домішки.

Після первинного очищення насіння надходить на тріерні блоки для видалення коротших і довших від насіння основної культури домішок.

Безпосередньо вторинному очищенню можна піддавати насінневий ворох вологістю до 18 і засміченістю до 8 %. На тих самих машинах, що проводять первинне очищення, вихідний ворох розділяють на чотири фракції: насіння, фуражні відходи, легкі домішки, крупні та дрібні домішки. Після вторинного очищення насіння за чистотою має відповідати вимогам стандарту.

Якщо після первинного та вторинного очищення насіння містить важковідокремлювані домішки, то його очищають на пневматичних сортувальних столах і магнітних насіннєочисних машинах.

На пневматичних сортувальних столах ПСС-2,5 і СПС-5, пневматичній зерноочисній колонці ОПС-2 насіння зернових, бобових, олійних культур і трав очищають від важковідокремлюваних домішок. Ці машини застосовують у потокових лініях та самостійно.

Насіння льону, конюшини, люцерни та інших дрібнонасінних культур з гладенькою поверхнею очищають від важковідокремлюваного насіння бур'янів з шорсткою поверхнею на електромагнітних очисних машинах ЗМС-1А або СМЩ-0,4, які використовують як у потокових лініях, так і самостійно.

Від якості підготовки насіння значною мірою залежать його врожайні властивості. Нині в аграрному секторі створюються компанії, які для післязбирального оброблення й підготовки насіння до сівби створюють насіннєві заводи, обладнані потоковими лініями фірми «Кембрія Хайд» (Австрія). Зокрема, в ДП «Райз-Агросервіс» функціонує чотири таких комплекси — в Запорізькій, Кіровоградській, Сумській і Тернопільській областях.

Сушіння насіння. Згідно з вимогами стандартів на посівні властивості насіння його вологість при зберіганні не повинна перевищувати, %: пшениці, жита, ячменю, вівса, гречки, кукурудзи, проса, гороху, вики — 14 – 15; сорго, льону олійного — 13; ріпаку озимого — 12; соняшнику — 10; рицини — 9; люпину — 16. За вищої вологості насіння потрібно сушити.

Способи сушіння залежать від вологості насіння, його кількості і технічних можливостей.

Для невеликих партій насіння, вологість якого не перевищує 16 – 18 %, можна застосовувати повітряно-сонячне сушіння, розстилаючи насіння на току шаром у кілька сантиметрів.

Активне вентилювання атмосферним повітрям застосовують при тимчасовому зберіганні (1 – 2 тижні) насіння з вологістю не більше

ніж 16 – 18 % і за відносної вологості повітря до 65 – 70 % у надпідлогових сушарках. За відносної вологості повітря понад 70 % вентилювання проводять підігрітим повітрям.

Надпідлогова сушарка складається з повітропідігрівача з вентилятором, повітропроводу, однієї або двох сушильних камер з решітками, суцільних настилів, які накривають густою дротяною сіткою або мішковиною.

Вентилювати насіння атмосферним повітрям краще вночі та вранці. Насіння, що нагрівається, слід вентилювати безперервно, поки температура його не відрізнятиметься від температури навколишнього середовища на 3 – 5 °С.

У спеціалізованих насінницьких господарствах, на насіннєвих заводах під час оброблення великих партій насіння застосовують насіннеочисно-сушильні комплекси. Для потокових ліній промисловість випускає шахтні, барабанні сушарки і вентильовані бункери.

У шахтних (СЗШ-16А, СЗШ-16Р, СБВС-5, М-820, М-839) і барабанних (СЗСБ-8А) сушарках сушать попередньо очищений на ворохоочисних машинах насіннєвий матеріал вологістю до 30 %.

Сушіння насіння є одним із важливих засобів збереження його посівних властивостей. У процесі сушіння насіння може травмуватися внаслідок механічних ударів і дії температури. Високі температури і різка зміна високих і низьких температур можуть призводити до мікротравм (особливо внутрішніх тріщин), внаслідок чого знижуються не тільки життєздатність і схожість, а й врожайні властивості насіння. Тому дуже важливо правильно вибрати режим сушіння. Найсприятливішим є ступінчастий режим сушіння, тобто зниження вологості насіння за одне проходження через сушильну й охолоджувальну камери не повинно перевищувати у зернових 6 %, у зернобобових культур — 3 – 4 %.

Для правильного вибору режиму сушіння (табл. 19.6) визначають вологість насіння і розраховують кількість проходжень його через сушарку.

У процесі сушіння систематично відбирають проби насіння для визначення його вологості і температури, а також контролюють температуру теплоносія. При вмілому сушінні на механізованих зерносушарках можна досить швидко і якісно довести значні партії насіння до стандартної вологості, а посівні властивості — до високих кондицій.

Гранична температура нагрівання насіннєвого зерна вологістю до 20 % у сушарках становить 45 °С, а за вологості понад 26 % — не більше ніж 40 °С.

Особливо ретельно слід вибирати режим сушіння насіння зернобобових культур, яке погано віддає вологу і під час сушіння може

розтріскуватися. Тому для насіння гороху, вики, сочевиці допускається зниження вологості на 3 – 4 % за одне проходження через шахтну сушарку за температури теплоносія 50 – 55 °С. Температура теплоносія при сушінні насіння сої, квасолі, люпину не повинна перевищувати 45 °С. Після кожного проходження через сушарку насіння має відлежатися 5 – 6 год за температури не вище ніж 25 °С.

Таблиця 19.6. **Температурний режим сушіння насіння** (М.М. Сирота)

Культура	Початкова вологість насіння, %	Кількість проходжень насіння через сушарку для зниження температури до 15°С	Температура теплоносія* для шахтних сушарок, °С	Максимальна температура, °С, нагрівання насіння у сушарках	
				шахтних	барабанних
Пшениця, жито, ячмінь, овес	До 20	Одне	70	45	48
	До 26	Два:			
		перше	65	43	45
		друге	70	45	48
	Понад 26	Три:			
		перше	60	40	42
		друге	65	43	45
		третє	70	45	48
Гречка, просо	До 20	Одне			
	До 26	Два:			
		перше	55	38	40
		друге	60	36	36
Люпин, горох, вика, квасоля, соя	До 20	Одне	60	45	38
	До 26	Два:			
		перше	55	43	—
		друге	60	45	—
	Понад 26	Три:			
		перше	50	40	—
		друге	55	43	—
		третє	60	45	—

* Для барабанних сушарок температуру теплоносія встановлюють у межах 110 – 130 °С.

Особливо ефективне сушіння насіння зернових, бобових, проса, гречки способом активного вентилювання, підігрітим або атмосферним повітрям.

Зберігання насіння. Насіння, яке пройшло обов'язкове післязбиральне оброблення і насамперед висушене, зберігає високі посівні властивості до висівання за належних умов зберігання.

Насіннєсховища мають відповідати технічним і санітарним вимогам: бути сухими і чистими, знезараженими від хвороб і шкідників, добре провітрюватися. Тому перед засипанням насіння на зберігання насіннєсховища та обладнання в них ремонтують і дезінфікують.

Зберігають насіння різними способами: насипом (на підлозі, у засіках, силосах, бункерах) і в тарі (мішках, контейнерах). Насіння розміщують по культурах, сортах, репродукціях, категоріях сортової чистоти так, щоб запобігти його змішуванню і засмічуванню важковідокремлюваними домішками. Не рекомендується розміщувати в сусідніх засіках насіння важковідокремлюваних домішок, бажано недовантажувати їх на 15 – 20 см, щоб запобігти змішуванню посівного матеріалу.

Якість зберігання насіння залежить від його вологості, висоти насипу (табл. 19.7), відносної вологості повітря тощо. Тому в насіннесховищах з активним вентилюванням висота насипу може становити 5 м, а в силосах, обладнаних засобами аерації та дистанційного контролю за температурою насіння, — 30 м.

Таблиця 19.7. **Висота насипу насіння і штабеля мішків при зберіганні**

Культура	Вологість насіння, %	Холодна пора року		Тепла пора року	
		Висота насипу, м	Кількість рядів мішків у штабелі, шт.	Висота насипу, м	Кількість рядів мішків у штабелі, шт.
Пшениця, жито, тритикале, ячмінь, овес, гречка	14,0	3,0	8	2,5	8
Горох, кормові боби, квасоля, люпин, сочевиця, вика	14,0	2,5	8	2,0	6
Просо, рис	14,0	2,0	6	1,5	4
Соя, ріпак, арахіс, гірчиця, еспарцет	14,0	1,0	5	1,0	4
Соняшник, рицина	7,0	1,0	5	1,0	4
Льон-довгунець	13,0	2,0	8	1,5	6
Люцерна, конюшина, буркун	13,0	—	5	—	4
Насіння злакових трав	15,0	—	8	—	6
Кукурудза в зерні	14,0	—	8	—	6

Кожну партію насіння в мішках складають штабелями на стелажі, висота яких не менше ніж 10 см від підлоги. Ширина штабеля — 2 мішки. Проходи між штабелями і стінами приміщення — не менш

як 0,6 м, а між штабелями для приймання і відпускання насіння — не менше ніж 1,3 м.

На кожному засіку і штабелі прикріплюють етикетку з назвою культури, сорту і зазначенням сортових і посівних властивостей насіння. За станом насіння під час зберігання здійснюють систематичний візуальний контроль. При цьому стежать за появою шкідників, «комірного» запаху і зміною забарвлення насіння. Особливо важливим є контроль за температурою і вологістю насіння.

Температуру з початку зберігання насіння потрібно вимірювати щодня в різних місцях і на різній глибині: на 20 – 30 см від поверхні насипу і внизу, від підлоги і в середній його частині. В перші два місяці зберігання температуру вимірюють 2 – 3 рази на тиждень, а взимку — 2 – 3 рази на місяць. Пізно восени та навесні, коли підвищена вологість повітря і коливання температури можуть спричинити самозігрівання насіння, слід особливо уважно стежити за його температурним режимом. При підвищенні температури насіння спостереження за ним ведуть щодня і вживають негайних заходів щодо її зниження.

Вологість насіння контролюють раз на місяць, якщо температура нижча за 0 °С, і двічі на місяць, якщо температура насіння вища за 0 °С.

Схожість насіння визначають при засипанні його на зберігання і через 4 місяці.

19.6. Технологія вирощування насіннєвої картоплі

При вирощуванні насіннєвої картоплі в розсадниках первинного насінництва, у спеціалізованих господарствах з вирощування суперсупереліти та еліти, а також сортового насіннєвого матеріалу І і наступних репродукцій на насіннєвих ділянках у кожному господарстві потрібно здійснювати комплекс заходів, спрямованих на одержання високих урожаїв на товарних посівах. Проте він має охоплювати також спеціальні насінницькі й агротехнічні заходи, які забезпечують одержання здорового садивного матеріалу. Всі заходи слід пов'язувати з біологічними особливостями сорту, станом, фізіологічними фазами росту і розвитку рослин, вимогами до умов зовнішнього середовища та іншими чинниками.

Попередники і місце в сівозміні. Це важливі чинники в системі організаційних заходів щодо вирощування насіннєвого матеріалу картоплі. Хоча в практиці панує погляд, що картопля слабко реагує на сівозміну, в насінництві на нього не слід зважати.

У країнах з розвиненим картоплярством (Нідерланди, Німеччина, Франція та ін.) насіннєві посіви картоплі дозволяється розміщу-

вати на одному й тому самому полі раз на 4 – 5 років. Скорочення ротації або беззмінне вирощування насіння картоплі на одному й тому самому полі, як правило, призводить до значного розвитку хвороб і шкідників. Погіршення фітосанітарних умов ґрунту при розміщенні насіннєвих посівів картоплі — явище неприпустиме, воно зумовлює потребу проводити дезінфекції.

Насіннєві посіви картоплі краще розміщувати в насіннєвій сівозміні, дотримуючись просторової ізоляції від посівів пасльонових та інших джерел інфекцій, особливо переносників вірусних хвороб — крилатих попелиць.

Розсадниками розмноження та перезимівлі попелиць є насамперед населені пункти, плодові насадження, лісосмуги, індивідуальні городи тощо.

Розміщують посіви насіннєвої картоплі на легких за механічним складом, родючих, чистих від бур'янів ґрунтах. У зоні Полісся для насіннєвої картоплі кращими є поля з легкими супіщаними і суглинковими ґрунтами, які впродовж вегетації не пересихають і не запливають.

У Лісостепу під насіннєві посіви картоплі відводять переважно поля з суглинистими чорноземами та сірими лісовими ґрунтами. Як перезволожені, так і недозволожені площі з карбонатними ґрунтами непридатні для вирощування садивного матеріалу з добрими властивостями.

У Степу насіннєву картоплю можна вирощувати тільки на зрошуваних землях у літньому садінні. Однак при цьому виникають труднощі зберігання її від жовтня до червня (час садіння) наступного року. Тому більшість господарств, що займаються насінництвом картоплі, ведуть його методом двоврожайної культури. Цьому методу властиве раннє збирання (друга половина червня) весняних посівів і садіння свіжозібраними бульбами (з 20 червня по 10 липня). Збирають насіннєві посіви літнього садіння в жовтні. Це дає можливість одержувати садивний матеріал, не заражений вірусною інфекцією.

Для розміщення насіннєвих посівів картоплі особливо ретельно підбирають попередник для створення фітосанітарного і протинематодного захисту. Кращими попередниками картоплі в поліській зоні є озимі зернові, зернобобові культури та однорічні трави (виковівсяні, вівсяно-горохові сумішки). Не рекомендується розміщувати насіннєві посіви після люцерни і після сумішки конюшини із злаковими травами. Після цих попередників може бути багато дротяників, які пошкоджуватимуть бульби. Такі бульби погано зберігаються і втрачають посівні властивості.

У Лісостепу насіннєву картоплю краще розміщувати після озимих, вирощуваних після зернобобових, кукурудзи на силос. Ці попередники порівняно рано звільняють поле, що дає змогу вчасно про-

вести боротьбу з бур'янами, накопичити в ґрунті вологу й поживні речовини.

Підготовка ґрунту під насіннєві посіви практично не відрізняється від підготовки під товарні посіви картоплі. Рівномірна глибина садіння бульб забезпечується тільки за умов якісної підготовки ґрунту.

Удобрення насіннєвої картоплі є одним із важливих чинників для формування не тільки високої врожайності, а й якості насіннєвих бульб. Дози добрив слід розраховувати для конкретного поля на запланований рівень урожайності. При цьому обов'язково враховують ґрунтово-кліматичні умови (типи ґрунтів, наявність у них елементів живлення, pH ґрунту, вологозабезпеченість, винесення NPK одиницею урожаю) та біологічні особливості сорту. Кращими насіннєвими властивостями характеризуються бульби, вирощені при використанні органічних та мінеральних добрив і оптимальному співвідношенні елементів живлення. Орієнтовні дози добрив наведено в табл. 19.8.

Таблиця 19.8. **Орієнтовні дози добрив під насіннєву картоплю**

Зона	Ґрунти	Органічні добрива, т/га	Мінеральні добрива, кг/га діючої речовини		
			N	P_2O_5	K_2O
Полісся	Дерново-підзолисті піщані та супіщані	50 – 60	60 – 90	60 – 90	90 – 120
	Дерново-підзолисті суглинкові	40 – 50	60 – 90	60 – 90	70 – 100
	Світло-сірі та сірі лісові	40 – 50	60 – 90	60 – 90	70 – 100
	Торфові	–	–	60 – 90	120 – 160
Лісостеп	Темно-сірі лісові та чорноземи опідзолені	30 – 40	45 – 60	60	60
	Чорноземи глибокі малогумусні	30 – 40	45 – 60	60	45
Степ (при зрошенні)	Чорноземи звичайні та південні	40	60	90	60

Дотримання оптимального співвідношення елементів живлення при вирощуванні насіннєвої картоплі особливо важливе. Кожний елемент мінерального живлення виконує певну фізіологічну функцію, тому різка нестача або надлишок навіть одного з них позначається на якості насіннєвого матеріалу.

Надмірне азотне живлення сприяє бурхливому росту надземної маси рослин, поширенню вірусної інфекції та ураженню патогенами. Затримується фізіологічне дозрівання бульб, що призводить до

збирання їх недозрілими. Такі бульби більше пошкоджуються під час збирання і погано зберігаються.

Оптимальне забезпечення фосфором поліпшує стеблоутворення, зав'язування бульб, якість посівного матеріалу, достигання і міцність шкірки на бульбах.

Калій підвищує стійкість до хвороб, зокрема макроспоріозу, знижує інтенсивність дихання бульб, що поліпшує їх зберігання.

У результаті багаторічних досліджень М.Ю. Власенко рекомендує такі співвідношення N : P : K у добривах: для зони Полісся на дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтах — 1 : 1 : 1,5; дерново-підзолистих суглинкових — 1 : 1 : 1,2; для Лісостепу на темно-сірих лісових ґрунтах і чорноземах опідзолених — 0,8 : 1 : 1; на чорноземах глибоких малогумусних — 0,8 : 1 : 0,8; у Степу при зрошенні — 1 : 1,5 : 1.

У південних районах Лісостепу на чорноземах органічні добрива вносять під попередник або безпосередньо під картоплю восени. Кращими органічними добривами під насіннєву картоплю є гній або високоякісні компости.

На Поліссі, а також у північних і західних районах Лісостепу органічні добрива можна вносити як восени, так і навесні. Фосфорні й калійні добрива вносять восени, азотні — навесні, у центральних та східних районах Лісостепу, а також у Степу — всі види добрив під зяблевий обробіток ґрунту.

На осушених торфоболотних ґрунтах Полісся й Лісостепу вносять лише фосфорно-калійні добрива восени під зяблевий обробіток ґрунту.

Підготовка садивного матеріалу займає важливе місце в системі заходів, спрямованих на одержання дружних сходів і здорових рослин. Підготовка насіннєвої картоплі до садіння передбачає перебирання і калібрування на фракції, пророщування, дезінфекцію та оброблення бульб росторегулювальними речовинами. При калібруванні видаляють гнилі та пошкоджені бульби.

В Україні прийнято садивні бульби розділяти на три фракції за масою: 25 – 50 г, 51 – 80, 81 – 100 г. У деяких країнах їх розділяють за розмірами (в Нідерландах — 25 – 35 мм, 35 – 45 і 46 – 55 мм; у Швеції — 30 – 40 мм, 41 – 50 і 51 – 55 мм).

Садіння картоплі крупними бульбами — непродуктивна, невиправдана витрата садивного матеріалу. Тому в насінництві часто застосовують розрізування бульб на 2, 3 або 4 частини. Маса частини бульби має становити 25 – 50 г. Розрізування крупних бульб на частини забезпечує формування вирівняного за фракціями садивного матеріалу.

У результаті багаторічних досліджень М.Я. Молоцький дійшов висновку, що всі частини бульби здатні забезпечувати розвиток нор-

мального куща і можуть бути використані як садивний матеріал. Для прискорення загоювання пошкоджених поверхонь він рекомендує фізіологічно активні речовини (солод, янтарну кислоту та ін.), а також пестициди, що запобігають перезараженню бульб грибними та бактеріальними хворобами.

Для прискореного розмноження цінних сортів і зменшення витрат садивного матеріалу широко застосовують розрізування насінневих бульб у США й Канаді.

Калібрування бульб на фракції і садіння окремо за фракціями забезпечує виконання при садінні важливих агротехнічних заходів на високому рівні, тобто садіння бульб однакового розміру забезпечує загортання їх на однакову глибину, рівномірне розміщення на площі, потрібну густоту насаджень, одночасну появу і вирівняність сходів. Це має надзвичайно важливе значення в подальшому догляді за посівами і створенні оптимальних умов для росту і розвитку рослин.

Значного поширення як засіб для прискорення появи сходів, зміщення вегетації (на 7 – 8 діб) на більш ранні строки і підвищення врожайності дістало пророщування насіннєвих бульб перед садінням. Застосовують кілька способів пророщування: на світлі у спеціальних приміщеннях, у ящиках і контейнерах, поліетиленових мішках, теплицях, накритих поліетиленовою плівкою, на відкритих майданчиках, у темноті у вологому середовищі (тирса, торф, перегній).

У деяких країнах для механізації робіт (використання системи навантажувачів, конвеєрів, вентилювання, підтримання в заданому режимі відносної вологості і температури повітря тощо) бульби пророщують у спеціальних контейнерах.

У Великій Британії широко використовують пророщування садивних бульб у пластикових сітках (8 – 10 кг бульб), розміщених у контейнерах на 500 – 600 кг.

У ФРН практикують пророщування бульб у ящиках, розміщених один над одним на спеціальних стелажах (по 20 ящиків). Пророщування триває 3 тижні за температури 12 – 13 °С, відносної вологості повітря 70 – 80 %.

У Нідерландах після сортування і дезінфекції бульби розкладають у ящики для пророщування (по 10 – 12 кг) і ставлять у добре освітлене приміщення, де за допомогою вентиляції підтримують потрібну температуру. Якщо бульби зберігалися за зниженої температури (2 °С), то впродовж кількох діб їх прогрівають за 15 – 20 °С. У разі появи проростків температуру поступово знижують до 12 – 13 °С. Щоб одержати бульби із сильними короткими проростками, придатні для механізованого садіння, їх кілька разів акуратно перевертають у ящиках.

Для одержання проростків завдовжки 1,5 – 2,0 см у Франції практикують пророщування бульб сортів, які повільно проростають, за 4 – 6 тижнів до садіння при 18 – 20 °С.

В Україні найпоширенішими способами є прогрівання та пророщування садивного матеріалу на відкритих майданчиках, у контейнерах, рідше — у сховищах.

Бульби перебирають, сортують за фракціями й розміщують у кагатах або розкладають тонким шаром на відкритих майданчиках для прогрівання впродовж двох тижнів. Кагати вкривають на ніч тонким шаром соломи або плівкою. Застосовують також прогрівання бульб за температури 12 – 14 °С упродовж двох тижнів безпосередньо у сховищах.

Згідно з рекомендаціями Інституту картоплярства УААН прогріті бульби повинні мати проростки, не довші за 1 см, а ще краще — лише пробуджені вічка. У такому стані вони найпридатніші для механізованого садіння.

Під дією тепла й світла при пророщуванні в бульбах активізуються ферменти, підвищується концентрація розчинних поживних речовин у зоні розміщення вічок, що значною мірою стимулює проростання, прискорює подальший розвиток проростків і рослин.

При прогріванні бульб і пробудженні вічок, особливо на світлі, в них різко збільшується вміст соланіну, поліфенолів та інших речовин. Тому такі бульби менше уражуються хворобами в ґрунті.

Завдяки прогріванню та пророщуванню бульб вирощені з них рослини швидше розвиваються, характеризуються вищою фізіологічною стиглістю в період масового льоту попелиць, що підвищує їх стійкість до ураження вірусами.

Щоб запобігти загниванню висаджених бульб, ураженню паростків ризоктоніозом, а також ураженню нового врожаю фітофторозом, паршею та іншими інфекціями, що зимували в садивних бульбах, перед садінням їх протруюють тими самими препаратами і в тій самій концентрації, що й на товарних посівах.

Строки та способи садіння на насіннєвих посівах — відповідальний технологічний процес. У різних ґрунтово-кліматичних зонах строки садіння картоплі неоднакові. Дослідженнями Інституту картоплярства УААН встановлено, що оптимальна тривалість садіння на насіннєвих посівах становить 6 – 8 діб. Запізнення із садінням призводить до зниження врожаю в усіх зонах України. Вибираючи оптимальний строк садіння, незалежно від зони слід враховувати весняні погодні умови, тип ґрунту та біологічні особливості сорту.

Оптимальні строки садіння насіннєвої картоплі настають при досягненні температури ґрунту на глибині 10 см 6 – 8 °С і повній спілості ґрунту.

На Поліссі прогресивним є гребеневий спосіб садіння. У Лісостепу й Степу доцільно застосовувати напівгребеневий спосіб. Переваги його полягають у полегшенні збирання врожаю і зменшенні травмування бульб при використанні картоплезбиральних комбайнів на ґрунтах важкого механічного складу. На таких ґрунтах гребені нарізують восени. Загортають бульби при садінні неглибоко, на 5 – 6 см від верхівки гребеня до бульби, що забезпечує ефективну профілактику захворювання бульб на ризоктоніоз.

Густота садіння на насіннєвих посівах істотно впливає не тільки на врожай та вихід насіннєвих бульб, а й на якість насіннєвого матеріалу.

Густота садіння значною мірою залежить від родючості ґрунту, забезпеченості рослин водою, біологічних особливостей сорту, розміру бульб та їх стеблоутворювальної здатності. У практичному насінництві оптимальною кількістю кущів на гектарі у період збирання врожаю на Поліссі є 65 – 70 тис., у Лісостепу — 60, Степу — 50 тис. при ширині міжрядь 70 см.

Залежно від маси садивного матеріалу норму садіння на 1 га диференціюють: при масі бульби 25 – 50 г висаджують 60 – 70 тис., при 50 – 80 г — 60 – 65 тис., при 80 – 100 г — 55 – 60 тис. бульб. Ураховуючи, що польова схожість бульб становить 90 – 95 %, а під час вегетації пошкоджується і гине 3 – 5 тис. рослин, норму садіння відповідно збільшують.

Науково обґрунтовану норму садіння ще встановлюють, виходячи із стеблоутворювальної здатності бульб і оптимального стеблостою на одиниці площі. Біологічно обґрунтована фотосинтезуюча поверхня становить близько 40 – 50 тис. м/га. Ця площа може бути сформована такою кількістю стебел на гектарі: у ранньостиглих сортів — 300 – 350 тис., середньоранніх — 250 – 300, середньостиглих — 200 – 250, пізньостиглих — 150 – 200 тис.

У кожного сорту залежно від зони і рівня агротехніки є свій оптимальний стеблостій. За оптимальним стеблостоєм бульби будь-якої фракції дають однаковий урожай. При цьому дрібні бульби висаджують загущено, а великі — розріджено (М Я. Молоцький).

Догляд за посівами передбачає такі самі операції, що й при вирощуванні товарної картоплі. Залежно від зональних особливостей, механічного складу і фізичного стану ґрунту, погодних умов, забур'яненості та інших чинників знаряддя та окремі технологічні заходи визначають диференційовано.

Сортові та фітопатологічні прочищення є обов'язковим заходом збереження і поліпшення властивостей бульб при вирощуванні садивного матеріалу. При цьому видаляють рослини, уражені хворобами, з ознаками виродження, відсталі в рості, а також домішки

інших сортів. Упродовж вегетації на насіннєвих посівах проводять 2 – 3 сортові і фітопатологічні прочищення.

Перше прочищення проводять, коли рослини досягають висоти 15 – 20 см. У цей час на них добре виявляються ознаки ураження вірусними хворобами (зморшкувата і смугаста мозаїка, скручування листя), а також чорною ніжкою. Уражені рослини викопують і вивозять з поля. Друге прочищення проводять у період масового цвітіння. Видаляють домішки інших сортів, які в цю фазу добре розрізняти. Викопують також рослини із симптомами ураження хворобами, що не виявлені при першому прочищенні. Третє прочищення здійснюють перед знищенням картоплиння. Видаляють рослини, уражені кільцевою гниллю та іншими хворобами. Після кожного прочищення складають акт.

Збирання насіннєвої картоплі має дві істотні особливості. По-перше, всі операції слід виконувати так, щоб запобігти травмуванню бульб і зберегти їх посівні властивості. По-друге, збирання, особливо ранніх і середньостиглих сортів, проводять до повного відмирання картоплиння. Знищують картоплиння при фізіологічній зрілості бульб механічним (скошуванням), хімічним (десикація) та комбінованим способами.

При ураженні рослин фітофторозом ефективним способом знищення картоплиння є десикація. Для цього широко застосовують хлорат магнію (20 – 30 кг/га) або реглон (3 – 5 кг/га). Посіви обробляють хлоратом магнію за 10 – 12 діб до збирання бульб.

При комбінованому способі картоплиння скошують, а потім залишки стебел і листя обробляють хімічними препаратами.

У США, Нідерландах, Франції та інших країнах застосовують вогневу десикацію, при якій повніше і швидше знищуються картоплиння, патогенна мікрофлора і шкідники на бадиллі.

Копати картоплю починають після утворення на бульбах міцної шкірки, як правило, через 12 – 18 діб після знищення бадилля. Картоплю різних сортів і репродукцій копають окремо, не допускаючи змішування.

Збирання насіннєвої картоплі потрібно закінчувати за температури ґрунту не нижче ніж 10 °С. За нижчої температури збільшується травмування бульб. Зібрані бульби витримують 15 – 20 діб у кагатах, після чого їх сортують. Пошкоджені механічно, уражені хворобами, нетипові за формами видаляють, а повноцінні закладають на зберігання.

Зберігають картоплю в кагатах та картоплесховищах (у засіках або контейнерах) за температури 2 – 4 °С. Перед закладанням на зберігання насіннєвої картоплі проводять аналіз кожної партії бульб і складають акт.

Закладену на зберігання насіннєву картоплю обліковують по кожному кагату, засіці чи секції контейнерів у картоплесховищі за кількістю і призначенням окремо по сортах, репродукціях і класах. Облік ведуть у «Журналі зберігання насіннєвої картоплі», «Журналі реєстрації відпущеної сортової картоплі» та у «Відомостях обліку результатів зберігання насіннєвої картоплі».

Контрольні запитання і завдання

1. Які елементи технології є обов'язковими при вирощуванні якісного насіння зернових культур? **2.** Вкажіть на особливості в технології вирощування насіння кукурудзи. **3.** Які технологічні елементи слід застосовувати в насінництві багаторічних трав? **4.** Відмінності в технологіях вирощування насіння сортів і гібридів цукрових буряків? **5.** Як виростити здоровий садивний матеріал картоплі? **6.** Які технологічні процеси здійснюють за післязбирального оброблення насіння і його зберігання?

Розділ 20
ВНУТРІШНЬОГОСПОДАРСЬКИЙ І ДЕРЖАВНИЙ КОНТРОЛЬ У НАСІННИЦТВІ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР

Серед заходів, спрямованих на підвищення врожайності сільськогосподарських культур, важливе значення в системі насінництва має контроль за сортовими і посівними властивостями насіння. За умов перебудови економічних відносин, з розвитком багатоукладних форм господарювання проблема виробництва високоякісного насіння стає ще гострішою, а контроль за його якістю залишається актуальним. Звичайно його форми змінюватимуться, проте цілі залишатимуться такими самими.

Ведення сучасного насінництва на науковій основі в Україні ґрунтується на суворому дотриманні вимог, передбачених у трьох групах взаємозв'язаних нормативно-технічних документів: державних і міждержавних стандартах на сортові й посівні властивості насіння, на методи визначення посівних властивостей насіння та інструкції з апробації сортових посівів.

В усіх ланках насінницької роботи — господарствах, науково-дослідних установах, хлібоприймальних підприємствах — постійно здійснюється внутрішньогосподарський і державний контроль.

20.1. Методи контролю у насінництві

Внутрішньогосподарський контроль передбачає дотримання правил розмноження сортового насіння, ведення документації в межах господарства. Головне завдання контролю полягає у забезпеченні правильної організації комплексу заходів щодо виробництва сортового насіння, що має відповідати вимогам стандарту, а також унеможливлювати механічне й біологічне засмічення в період вегетації та під час збирання, транспортування, очищення і зберігання насіння.

Внутрішньогосподарський контроль здійснюють агрономічний персонал і керівники господарств, фермери та інші господарі, які вирощують або заготовляють насіння. Кожне господарство має гарантувати відповідність сортових і посівних властивостей насіння показникам, зазначеним у документах.

Документи оформляють за єдиним зразком, згідно з вимогами інструкції та стандартів, під методичним керівництвом і контролем Державної насіннєвої інспекції, тобто внутрішньогосподарський контроль безпосередньо пов'язаний з державним.

Державний сортовий і насіннєвий контроль здійснюють державні насіннєві інспекції. Організовану державну систему контролю за вирощуванням сортового насіння в Україні було створено в 1921 р. Подальший розвиток насіннєвого контролю характеризується постійно зростаючим підвищенням вимог до якості сортового насіння, пошуками найдієвіших організаційних форм цієї служби.

З 1965 по 1968 рр. усі контрольно-насіннєві лабораторії реорганізовано в державні насіннєві інспекції. В Україні служба державного контролю охоплює державну, обласні, районні насіннєві інспекції.

Сортовий контроль є науково обґрунтованою системою заходів, спрямованих на збереження типових для реєстрованих сортів сільськогосподарських культур морфологічних, біологічних і цінних господарських ознак і властивостей.

Одним з основних видів сортового контролю є апробація (від лат. aprobacio — визначення, ухвалення). У сортовому контролі є два види апробації: польова й комірна.

Польова апробація — це контроль сортової чистоти чи типовості сортових і гібридних посівів сільськогосподарських культур.

Комірна апробація означає контроль сортових властивостей деяких культур, який проводять у насіннєсховищах. Він доповнює польову апробацію й польове обстеження і полягає у перевірці насіння на сортову чистоту або типовість, ураженість хворобами і пошкодженість шкідниками.

Апробацію здійснюють згідно з чинною Інструкцією з апробації сортових посівів. У більшості країн, як і в Україні, апробацію проводять без відбору апробаційного снопа. У деяких країнах (Канада, Румунія) сортову чистоту визначають лабораторними методами.

Для визначення видової належності насіння, а також ступеня чоловічої стерильності у стерильних аналогів ліній, сортів, простих міжлінійних гібридів використовують метод **ґрунтового контролю** — висівання насіння в полі, спостереження за розвитком рослин, аналіз їх після збирання, встановлення сортової чистоти.

Після проведеної апробації сортове насіння може засмічуватися під час збирання, очищення, зберігання. Тоді виникає потреба у проведенні **лабораторно-сортового контролю.** Його здійснюють за допомогою аналізу насіння і проростків у лабораторіях державних насіннєвих інспекцій.

Насіннєвий контроль полягає у проведенні системи заходів щодо контролю за посівними властивостями насіння сільськогосподарських культур у процесі його виробництва, заготівлі, зберігання й реалізації.

Усі показники посівних властивостей насіння (чистота, енергія проростання, лабораторна схожість, маса 1000 насінин, вологість то-

що) визначають у лабораторіях державних насіннєвих інспекцій відповідно до методики і вимог стандартів, які регламентують вимоги до насіннєвого матеріалу.

20.2. Польова апробація та реєстрація сортових посівів, методика і техніка їх виконання

Польова апробація — це визначення справжності сорту, придатності сортових і гібридних посівів для використання урожаю з них на насіння.

Одночасно з оцінюванням сортових властивостей посівів визначають засміченість їх важковідокремлюваними культурними рослинами і бур'янами, в тому числі карантинними, злісними й отруйними, ступінь ураження хворобами і пошкодження шкідниками.

Апробації підлягають усі сортові посіви в дослідних господарствах науково-дослідних установ, навчально-дослідних господарствах аграрних навчальних закладів, спеціалізованих насінницьких та інших господарствах, якщо зібраний урожай використовують на насіння. Це стосується посівів та сортів і гібридів, внесених до Реєстру сортів рослин України, а також тих, що проходять виробниче випробування.

Польову апробацію проводять:

а) у дослідних господарствах науково-дослідних установ і навчально-дослідних господарствах навчальних закладів — комісії у складі спеціалістів обласної та районних державних насіннєвих інспекцій, співробітників відділу насінництва науково-дослідних установ, селекціонерів відповідної культури у присутності представників господарства. За потреби до комісії можуть залучатися спеціалісти обласних і районних агроформувань, фітопатологи науково-дослідних установ, спеціалісти станцій захисту рослин;

б) у спеціалізованих насінницьких господарствах — комісії у складі агронома насіннєвої інспекції, агрономів управління сільського господарства у присутності агрономів господарства та представника організації — замовника насіння;

в) у реформованих та інших господарствах — агрономи цих господарств, а за їх відсутності — агрономи інших господарств чи організацій, які мають спеціальну підготовку і відповідний документ;

г) реєструють посіви у цих господарствах агрономи цих самих господарств.

В апробації сортових посівів, урожай з яких заготовляють для Державного насіннєвого страхового фонду, можуть брати участь агрономи хлібоприймальних підприємств.

Польову апробацію в елітно-насінницьких господарствах проводить комісія (представник наукової установи, обласної або районних державних насіннєвих інспекцій) разом з агрономами з насінництва цих господарств, в інших господарствах — агрономи цих або інших господарств. До проведення апробації залучаються агрономи, які пройшли спеціальну підготовку (20 – 30-денні курси) і мають посвідчення апробатора, термін дії якого в певному районі 2 – 3 роки.

До апробації та реєстрації посівів проводять підготовчу роботу, яка обов'язково охоплює такі заходи: перевірку наявності в господарстві документів на висіяне сортове й гібридне насіння і, якщо їх немає, проведення заходів щодо їх відновлення; встановлення, чи не змішалося насіння апробованого сорту (гібрида) з насінням інших сортів, а також місця, площі посіву і попередника; огляд сортових посівів у натурі і, якщо є потреба, організацію (до апробації) сортового й видового прополювання, видалення бур'янів; перевірку дотримання просторової ізоляції між сортами (гібридами) перехреснозапильних культур; визначення меж кожного поля, яке підлягає апробації, і планування ліній проходу для візуального оцінювання рослин у полі.

В Україні з 1992 р. сортову чистоту посівів зернових та зернобобових культур (пшениці, жита, ячменю, вівса, тритикале, проса, гречки, гороху, квасолі, сочевиці, нуту, вики) визначають без відбору апробаційних снопів.

Апробацію посівів проводять методом оковимірного (візуального) оцінювання рослин у полі. Рослини елітних посівів аналізують по двох діагоналях поля, а інших — по одній. Площа апробаційної ділянки посіву не повинна перевищувати встановленого для апробації розміру (табл. 20.1).

Якщо площа посіву перевищує встановлений розмір, то її розбивають на кілька ділянок і на кожній з них проводять апробацію окремо.

Апробатор, проходячи по найдовшій діагоналі поля, через однакові інтервали в установленій для кожної культури кількості пунктів (через 50 – 150 м) аналізує рослини на пні. Аналізуючи рослини у полі, апробатор оковимірно визначає ступінь засміченості посіву і наявність карантинних бур'янів.

Ступінь загальної засміченості бур'янами визначають за шкалою: 0 — повна відсутність засміченості; 1 — незначна засміченість; 2 — середня; 3 — сильна засміченість.

Таблиця 20.1. **Нормативні вимоги до апробації посівів зернових і зернобобових культур**

Культура	Фаза розвитку під час апробації	Гранична площа для огляду рослин, га	Кількість пунктів для огляду рослин (не менше)	Кількість рослин, стебел, оглянутих на всій площі (не менше)	Норми просторової ізоляції (не менше), м
Пшениця, ячмінь, овес	На початку воскової стиглості	150	100	1500	*
Тритикале	Воскова стиглість	450	100	1500	150
Просо	Після появи забарвлення квіткових плівок у верхній частині волоті	350	100	1500	—
Жито	Не раніше від молочної стиглості	450	100	500	200
Рис	Початок повної стиглості (при появі забарвлення квіткових плівок і зерна)	100	100	1500	—
Горох	Дозрівання нижніх бобів у основної маси рослин	200	50	250	—
Квасоля, сочевиця, нут, вика яра	Дозрівання нижніх бобів у основної маси рослин	100	50	250	—
Вика озима	Те саме	100	50	250	200
Серадела	Дозрівання нижніх бобів у основної маси рослин	100	50	250	200
Чина	Те саме	100	50	250	200
Боби	«	100	50	250	500
Люпин кормовий білий і жовтий	Початок цвітіння	100	50	250	200
Люпин вузьколистий кормовий і гіркий	Те саме	100	50	250	—
Люпин багаторічний	«	100	50	250	500
Сорго зернове	Початок повної стиглості насіння основної маси рослин	50	50	500	250**
Сорго цукрове	Те саме	50	50	500	350**
Сорго віничне	«	50	50	500	500**
Гречка	«	100	100	500	200

* Насіннєві посіви озимої твердої пшениці слід розміщувати не ближче як за 200 м від посівів м'якої.

** При розміщенні посівів на відкритій місцевості норма просторової ізоляції збільшується вдвічі.

20.3. Особливості апробації окремих культур

Пшениця, ячмінь, овес, просо, тритикале. Апробацію насіннєвих посівів для визначення сортової чистоти проводять на початку фази воскової стиглості. В полі аналізують не менше ніж 1500 стебел у 150 пунктах. Максимально допустима площа апробаційної ділянки проса становить 350 га, а решти культур — 450 га.

При аналізі рослин у кожному пункті виокремлюють такі групи стебел: основного сорту апробованої культури; інших видів, різновидів і сортів апробованої культури (сортові домішки); основної культури, уражені різними видами сажки; інших культурних рослин, насіння яких важко відокремлюється від насіння апробованої культури; бур'янів, насіння яких важко відокремлюється від насіння апробованої культури; злісних бур'янів; карантинних бур'янів; недорозвинені стебла основної культури (відповідно до Інструкції з апробації сортових посівів).

До важковідокремлюваних культурних рослин належать: в озимій пшениці — жито, ячмінь; у ячмені — пшениця, овес; у вівсі — ячмінь, жито; у тритикале — пшениця, жито, ячмінь.

Бур'яни з важковідокремлюваним насінням: в озимій пшениці — гречка витка, гречка татарська, пажитниця п'янка, кукіль звичайний; у житі — стоколос житній, у ячмені та вівсі — вівсюг звичайний, гречка витка, софора товстоплідна, в просі — амброзія полинолиста, мишій сизий, плоскуха звичайна, гірчиця польова.

Злісними бур'янами є осот польовий, берізка польова, молочай польовий, пирій, вівсюги тощо.

Карантинні бур'яни — всі види амброзії, повитиця, гірчак повзучий, паслін колючий, ремерія відігнута, кропива конопляна, лобода Берладье, солянка (курай), полин Сіверса, молочай зубчастий, сорго алепське (гумай) тощо.

Отруйні бур'яни — триходесма сива і геліотроп опушеноплідний.

Сортову чистоту визначають (у відсотках) за співвідношенням кількості плодоносних стебел основного сорту до загальної кількості розвинених стебел апробованої культури.

Ураження посіву сажкою визначають (у відсотках) по кожному її виду окремо і обчислюють за співвідношенням рослин до всіх розвинених стебел основної культури (включаючи й стебла, уражені сажкою).

Засміченість посіву важковідокремлюваними культурними рослинами й бур'янами встановлюють (у відсотках) за відношенням кількості стебел кожної з цих груп до загальної кількості продуктивних стебел основної культури, в тому числі стебел визначеної групи, за винятком стебел, уражених сажкою.

Результати обчислень у кожному пункті записують у журнал апробатора, потім підсумовують кожну групу стебел і визначають сортову чистоту та наявність домішок відповідно до чинної Інструкції з апробації сортових посівів. Записують кількість і назви карантинних бур'янів.

Якщо загальне засмічення посіву важковідокремлюваними культурними рослинами перевищує 3 %, а важковідокремлюваними бур'янами — 1 %, такий посів бракують і він вважається непридатним на насіння.

Якщо посіви пшениці й тритикале (крім еліти) уражені летючою і твердою сажками відповідно більш як на 0,8 і 0,5 %, вівса і ячменю (крім еліти) — сумарно по видах сажки 0,8 %, проса (крім еліти) — летючою сажкою 0,5 %, то такі посіви вибраковують.

Акти апробації готують у двох примірниках по всіх категоріях господарств: один залишається в господарстві, другий направляють для зберігання до районної державної насіннєвої інспекції.

На всі сортові посіви, визнані непридатними на насіння, замість акта апробації складають акт вибраковування у двох примірниках. Один із них залишають у господарстві, а другий направляють до районної насіннєвої інспекції.

У разі вибракування посівів агроном-апробатор разом з представником господарства замінює цю ділянку кращою як за врожайністю, так і за сортовою чистотою.

Усі графи документів, складених при апробації посівів, слід заповнювати вичерпними даними. Репродукцію, до якої віднесено посіви при апробації, записують прописом, тобто повністю пишуть слово. Наприклад, пишуть супереліта, а не с/еліта, перша репродукція, а не І репродукція. Репродукцію посівів визначають на основі поданих господарством сортових документів на висіяне насіння. Його врожай з ділянок, засіяних елітним насінням, вважають І репродукцією, з ділянок, засіяних насінням І репродукції, — ІІ репродукцією і т.д.

Посіви враховують тільки до V репродукції.

Посіви інших репродукцій вважають масовою репродукцією.

Документують зазначені вище посіви як еліту і І репродукцію, якщо вони за сортовою чистотою й іншими показниками, визначеними під час апробації, будуть не нижчими від норм, установлених стандартами на насіння та інструкцією з апробації (табл. 20.2).

Одночасно зі складанням акта апробації на сортові посіви апробатор заповнює зразок свідоцтва на насіння і сортового посвідчення. Керуючись ними, господарства при продажу сортового насіння, доведеного до норм державного стандарту на сортові й посівні властивості, супроводжують його свідоцтвом на насіння, а те, яке не доведене до норм цього стандарту, — сортовим посвідченням.

Таблиця 20.2. **Граничні норми сортової чистоти посівів зернових і зернобобових культур**

Культура	Категорії			
	ОН	ЕН	РН-1-3	РН-Н
Пшениця м'яка, тверда, ячмінь озимий і ярий, овес	99,9	99,7	98,0	97,0
Просо	99,9	99,8	99,5	98,0
Рис	99,8	99,5	98,5	97,0
Тритикале зернове	99,8	99,5	98,0	96,0
Тритикале кормове	99,7	99,5	95,0	90,0
Горох, чина, сочевиця, люпин білий однорічний	99,8	99,6	98,0	96,8
Нут	99,8	99,6	98,4	96,8
Боби кормові	99,8	99,6	98,8	98,0
Вика посівна	99,8	99,6	98,0	95,2
Квасоля	99,8	99,6	99,2	98,4
Люпин жовтий та вузьколистий	99,6	99,0	98,0	96,8
Сорго	100,0	99,0	95,0	–

Кожний виданий акт підписують апробатор і представник господарства, які брали участь в апробації. Акти апробації, не підписані старшим апробатором, не дійсні.

Виправлення в актах апробації може зробити тільки старший апробатор під час перевірки робіт. Їх окремо оговорюють і підписують. Одночасно вносять зміни в усі примірники акта.

Якщо в результаті перевірки роботи апробатора буде встановлено, що посів неправильно визнаний сортовим чи непридатним на насіння, старший апробатор анулює неправильно складений акт і вживає заходів щодо складання іншого акта відповідно до результатів перевірки.

Жито, гречка. При апробації посівів жита й гречки належність до сорту встановлюють за сортовим документом на висіяне насіння. У зв'язку з сильною мінливістю морфологічних ознак сортів жита й гречки типовість посіву (у відсотках) ні по колосу, ні по зерну не встановлюють.

За результатами візуального оцінювання рослин у полі визначають тільки ураженість хворобами, засміченість важковідокремлюваними культурними рослинами, карантинними і злісними бур'янами.

У посівах жита до важковідокремлюваних рослин належать пшениця і ячмінь. Посіви жита вибраковують з насіннєвих, якщо їх засміченість пшеницею та ячменем перевищує 2 %, кострецем і софорою товстоплідною — понад 1 %, а ураженість твердою і стебловою сажкою — сумарно 0,5 %.

Посіви гречки визнають непридатними на насіння, якщо їх засміченість пшеницею та ячменем перевищує 2 %, гречкою татарською — понад 1 %.

Категорію сортової чистоти посівів жита й гречки встановлюють за кількістю років репродукування сортового насіння на основі документів, за якими можна встановити покоління після випуску насіння еліти селекційною установою.

Горох, квасоля, сочевиця, нут. Сортову чистоту посіву, ступінь ураження хворобами і шкідниками у зернобобових визначають у фазі дозрівання нижніх бобів.

Апробатор, проходячи найбільшою діагоналлю поля, через однакові проміжки, у встановленій для кожної культури кількості пунктів, аналізує рослини і боби за морфологічними ознаками, загальними для цих культур: форма, забарвлення і розмір бобів у середньому ярусі (великий, середній, дрібний), характер поверхні, форми, забарвлення насіння і насіннєвого рубчика.

Під час огляду та аналізу рослин, бобів і насіння виокремлюють такі групи: основний сорт, сортові домішки, інші культурні рослини, у тому числі зернобобові; рослини основної культури, уражені хворобами; стебла рослин, насіння яких важко відокремлюються.

Сортову чистоту визначають (у відсотках) співвідношенням кількості рослин основного сорту до всієї кількості проаналізованих рослин апробованої культури. Встановлюючи сортову чистоту, враховують також уражені хворобами і пошкоджені шкідниками рослини.

Під час визначення сортової чистоти гороху домішки пелюшки відносять до групи сортової і, крім того, окремо визначають відсоток засмічення пелюшкою.

За апробації посівів зернобобових культур із хвороб враховують аскохітоз — на нуті, кормових бобах і горосі; антракноз, бактеріоз і фузаріоз — на квасолі; фузаріоз, бактеріоз і шоколадну плямистість — на бобах.

До рослин, насіння яких важко відокремлюється, належать: у горосі — пелюшка, вика; сочевиці — плосконасінна вика, софора китицеподібна і товстоплідна.

За апробації сортові посіви вибраковують, якщо засміченість сочевиці плосконасінною викою, софорою китицеподібною і товстоплідною становить понад 1 %, засміченість гороху пелюшкою і викою — більш як 2 %, у тому числі пелюшкою 0,4 % I – III та 1,2 % — наступних репродукцій.

Соняшник. Сортову чистоту не визначають. Типовість і панцирність визначають за сім'янками, відібраними при дозріванні основної маси кошиків. Апробатор відбирає 1000 сім'янок (у 50 пунктах з 10 рослин підряд по 2 сім'янки з кожної). Типовість визначають за

розмірами, формою і забарвленням сім'янок. У типових сім'янок визначають панцирність за спеціальною методикою (табл. 20.3).

Таблиця 20.3. **Граничні норми сортової чистоти (типовості) посівів олійних культур,** %

Культура	Показник	Категорія посівів			
		ОН	ЕН	РН-1-3	РН-Н
Соняшник:					
сорти	Типовість	99,9	99,8	98,0	—
	Панцирність	99,0	98,0	96,0	—
гібриди першого	Типовість	—	—	98,0	—
покоління	Панцирність	—	—	97,0	—
батьківські форми гібридів	Типовість	99,9	98,0	98,0	—
	Панцирність	99,9	98,0	97,0	—
Гірчиця:					
серпська	Типовість	99,6	99,2	97,2	—
біла	Типовість	99,6	99,2	97,2	—
Ріпак, суріпиця:					
озимі	Типовість	99,8	99,6	97,2	—
ярі	Типовість	99,8	99,6	97,2	—

Сорти соняшнику за забарвленням сім'янок слід розбити на групи, для яких типовим є: темносмугасте, тобто чорне з сірими смужками; сіросмугасте, тобто сіре з білими смужками; чорновугільне; буре.

Нетиповими є гризові фуксинки (чорно-фіолетові), білі та сріблясті.

Для цього, якщо йдеться про сорти з сіросмугастим забарвленням, застосовують скребування лезом ножа епідермісу і пробкової тканини з ребра кожної сім'янки або обшпарювання окропом. За останнього способу всю групу типових сім'янок кладуть до склянки, емальованої або алюмінієвої посудини, заливають окропом і витримують у ньому 10 хв. Потім воду зливають і кожну сім'янку оглядають. Непанцирні сім'янки після обшпарювання набувають світлішого, сіруватого забарвлення, тоді як у більшості панцирних сортів сім'янки мають темніше (чорне) забарвлення.

Панцирність сортів з чорним і бурим забарвленням сім'янок виявляють хімічним способом у лабораторіях. Поміщені до скляного посуду типові сім'янки заливають сумішкою з 85 частин (за об'ємом) 13%-го розчину хромату калію і 15 частин концентрованої сірчаної кислоти. Цим реактивом сім'янки обробляють за кімнатної температури 39 хв. Під дією реактиву епідерміс та пробкоподібна тканина сім'янок знебарвлюються і на панцирних сім'янках виявляється чорний пігмент панцирного шару, якого не мають безпанцирні сім'янки.

Хвороби соняшнику — суху і сіру гнилі, склеротинію та несправжню борошнисту росу — визначають у відсотках до кількості оглянутих рослин. Відсоток ураження вовчком установлюють від загальної кількості оглянутих рослин. Ступінь ураження знаходять діленням усіх квітконосів вовчка на кількість уражених рослин з кількості оглянутих.

Кукурудза. Проводять польову та комірну апробації, а також польові обстеження кукурудзи. Польову апробацію здійснюють на початку фази повної або у фазі воскової стиглості, але обов'язково за наявності чітко виявлених основних апробаційних ознак: консистенції і забарвлення зерна, стрижня качана. Польовій апробації підлягають посіви оригінального насіння і еліти самозапилених ліній та еліти сортів.

Комірної апробації зазнає весь урожай оригінального насіння, еліти й І репродукції самозапилених ліній, оригінального насіння та еліти сортів, першого і другого покоління простих і трилінійних гібридів кукурудзи (батьківських форм), вирощених у дослідних господарствах наукових і навчальних закладів. Апробації підлягає також урожай гібридних качанів, вирощених у господарствах на ділянках гібридизації, якщо насіннєві качани перебирають на місці.

Комірну апробацію проводять після перебирання насіннєвих качанів, вона доповнює польову апробацію й польові обстеження.

Польові обстеження здійснюють на ділянках гібридизації з виробництва гетерозисного насіння F_1, міжсортових, сортових і міжлінійних гібридів господарського призначення. При польових обстеженнях визначають якість обривання волоті або повноту стерильності, а також контролюють дотримання просторової ізоляції від інших посівів кукурудзи, яка має становити не менше ніж 200 м.

Польові обстеження ділянок гібридизації, а також ділянок розмноження стерильних форм у насінницьких господарствах і науково-дослідних установах здійснюють комісії у складі агронома-контролера, агронома-насіннєвода і представника цього господарства. Агрономи-контролери призначаються із спеціалістів державних насіннєвих інспекцій або районних агропромислових формувань, держсортодільниць, науково-дослідних установ, аграрних навчальних закладів, а також з числа фахівців, які працюють у системі хлібопродуктів. За кожним агрономом-контролером закріплюють не більше ніж три господарства.

За 10 – 15 днів до початку цвітіння кукурудзи ділянки гібридизації та розмноження стерильних форм комісії обстежують попе-

редньо і встановлюють правильність вирощування насіння, дотримання чергування рядків батьківських форм і просторової ізоляції, наявність чи відсутність сортового засмічення посівів, використання маячної культури в рядках чоловічої форми. Водночас члени комісії перевіряють документи на висіяне насіння і визначають спроможність господарства своєчасно організовувати роботи з обривання волотей.

Особливо важливо встановити правильність розміщення батьківських форм на ділянках гібридизації за вирощування гібридів на стерильній основі відповідно до схеми змішування. За результатами обстежень складають акт.

Картопля. Польовій апробації підлягають усі сортові посіви, призначені на насіння. Польову апробацію проводять під час цвітіння картоплі методом огляду проб по ламаній діагоналі поля.

До апробації на посівах проводять 2 – 3 прочищення, про що складають відповідні акти, які перевіряє апробатор. Перше прочищення (фітопатологічне) виконують через 2 – 3 тижні після сходів, при цьому видаляють хворі рослини (уражені вірусами, чорною ніжкою та ін.), друге (сортове) — під час цвітіння і третє (змішане) — перед скошуванням бадилля.

Якщо у посівах перед апробацією є хворі рослини або домішки інших сортів понад норми для ІІІ категорії, апробатор має право запропонувати господарству провести додаткове прочищення, про що виписує спеціальне попередження. У разі невиконання вимог апробатора посів вибраковують із сортових.

Пробою при польовій апробації є 20 кущів картоплі, які оглядають на пні підряд в одному рядку. Виходячи з площі апробованого посіву, апробатор визначає кількість проб і кущів, які слід оглянути.

Кількість проб і кущів на ділянці встановлюють з такого розрахунку: на площі до 5 га — 15 проб по 20 кущів (300); на площі до 10 га — 20 проб по 20 кущів (400); на площі понад 15 га — на кожні наступні 5 га додатково оглядають ще по 2 проби по 20 кущів у кожній. Основний сорт і домішки визначають за забарвленням квіток, формою і забарвленням листків, за стеблом, формою і загальним виглядом куща та іншими характерними ознаками, а також за забарвленням бульб, що зав'язалися на цей період.

У разі виявлення карантинних хвороб і шкідників посів вибраковують із насіннєвих.

Категорію посіву встановлюють за сортовою чистотою: кількістю рослин, уражених вірусними хворобами, чорною ніжкою та кільцевою гниллю (табл. 20.4).

Таблиця 20.4. **Вимоги до репродукційних посівів сортової насіннєвої картоплі**

Показник	Норма для категорій		
	I	II	III
Репродукція, не нижче	I	III	VI
Сортова чистота посадок, %	100	97	95
Наявність в посадках рослин, уражених хворобами (за зовнішніми ознаками), %	7,2	11,0	13,6
у тому числі:			
тяжкими вірусними хворобами (зморшкувата і смугаста мозаїка, готика, скручування листків), віроїдні (готика)	1,2	1,5	2,4
легкими вірусними хворобами (звичайна мозаїка, закручування листків)	6,0	9,0	10,2
чорною ніжкою	Не допускається	0,5	0,7
кільцевою і бурою бактеріальною гнилизнами	Не допускається	—	0,3

20.4. Складання апробаційних документів

За результатами аналізу, зразків і польових обстежень сортових посівів апробатор складає відповідні документи. Акт апробації (форма акта залежить від культури) складають на насіннєві посіви: в рядових (ненасінницьких) у двох примірниках; у спеціалізованих насінницьких господарствах — у трьох примірниках, якщо ці посіви відповідають нормам сортової чистоти. Норми сортової чистоти по кожній сільськогосподарській культурі регламентуються державним (або міждержавним) стандартом на цю культуру.

На загальні сортові посіви зернових, зернобобових, круп'яних та олійних культур, визнаних придатними для насінництва, оформляють «Акт апробації» (ф. 193), на насіннєві посіви трав — «Акт апробації» (ф. 198).

На насіннєві посіви зазначених культур, на всі посіви I і II репродукцій самозапилених ліній, на ділянки розмноження простих гібридів (батьківських форм для виведення інших типів гібридів), насіннєві посіви сортів і гібридних популяцій кукурудзи, насіннєві посіви спеціалізованих насінницьких господарств, визнані придатними на насіння, оформляють «Акт апробації» (ф. 195).

«Акт реєстрації» (ф. 199) видається на всі зареєстровані сорти і гібридні посіви. Оформляють його у двох або трьох примірниках.

На всі партії насіння супереліти, еліти, I та II репродукцій самозапилених ліній, супереліти й еліти сортів, першого і другого поколінь, простих і трилінійних гібридів кукурудзи (батьківські фор-

ми), вирощених у дослідно-виробничих господарствах науково-дослідних установ і в господарствах сільськогосподарських вищих навчальних закладів і технікумів, а також на врожай гібридного і сортового насіння кукурудзи, вирощеного в насінницьких господарствах, що підлягали комірній апробації, оформляють «Акт комірної апробації» (ф. 203).

«Акт вибракування» (ф. 200) у двох примірниках оформляють на сортові посіви всіх культур, визнані непридатними для насінництва.

У разі вибракування насіннєвого посіву агроном-апробатор разом з представником господарства замінює цю ділянку кращим з наявних посівів як за урожайністю, так і за сортовою чистотою.

Усі зразки документів заповнюють розбірливо. Категорію, до якої належить посів за наслідками апробації, і репродукцію записують прописом.

Усі акти апробації, реєстрації і вибракування зберігають як документи.

20.5. Документація сортових посівів і насіння

Сортові посіви засвідчують відповідними актами.

Посіви в первинних ланках насінництва підлягають апробації, починаючи з розсадника розмноження. Акт апробації на ці посіви підписує селекціонер або інший спеціаліст з науково-дослідної установи, який виконував цю роботу.

Насіння, одержане на насіннєвих посівах селекційно-насінницьких закладів, називають і документують відповідно до назви розсадника:

- насіння з рослин, відібраних для закладання розсадника розмноження, – родоначальне насіння;
- насіння, одержане з розсадника випробування потомства 1-го року, – насіння розсадника випробування потомств 1-го року (РВ-1) з розсадника випробування потомств 2-го року — насіння розсадника випробування потомств 2-го року(РВ-2);
- насіння врожаю розсадника розмноження — насіння розсадника розмноження (Р-1), розсадника розмноження 2-го року (Р-2);
- насіння посівів РВ-2, Р-1 та Р-2 — оригінальне насіння;
- насіння урожаю, вирощеного з насіння супереліти, — насіння еліти.

Щоб уникнути знеособлювання сортового насіння, на всі його партії видають спеціальні документи. *Партією* називають будь-яку кількість однорідного (однієї культури, сорту, репродукції, одного

року врожаю та ін.) за якістю насіння, засвідченого одним документом. Партію насіння власного вирощування, засипаного на зберігання в насіннєві фонди господарства, оформляють «Актом апробації», «Посвідченням про кондиційність насіння», яке видає районна державна насіннєва інспекція за результатами аналізу посівних властивостей насіння.

На насіння, що не відповідає вимогам стандарту на посівні властивості (при його повному аналізі), а також на насіння, перевірене не за всіма нормованими показниками, видають «Результат аналізу насіння».

Оригінальне насіння і насіння еліти, яке завезене у господарство або вирощене в ньому і направляється до іншого господарства, засвідчують «Атестатом на насіння», який виписують на підставі «Акта апробації» і «Посвідчення про кондиційність насіння».

Кондиційне за сортовими і посівними властивостями насіння різних репродукцій, яке завозиться в господарство або вивозиться з нього, супроводжується «Свідоцтвом про насіння».

У кожному господарстві ведуть «Шнурову книгу обліку насіння». У ній записують дані про кількість і якість висіяного і наявного в господарстві насіння. По кожній культурі в книгу записують назву сорту, репродукцію, норму висівання насіння, фактичний урожай по кожному полю.

За правильність і своєчасність ведення «Шнурової книги обліку насіння» відповідають агрономи й головні агрономи господарств усіх організаційних форм, а також агрономи-насіннярі.

Контрольні запитання і завдання

1. Які ви знаєте методи контролю у насінництві? **2.** Як проводиться польова апробація і реєстрація сортових посівів? **3.** Особливості апробації різних сільськогосподарських культур? **4.** Як складається апробаційна документація? **5.** Стандарти на насіння окремих культур? **6.** Яку документацію ведуть у господарстві на сортові посіви і насіння?

Короткий словник термінів

Акліматизація — пристосування організму до життя в нових, незвичних для нього умовах на основі зміни спадковості.

Амфідиплоїди — організми, що утворюються внаслідок подвоєння хромосомних наборів двох різних видів або родів.

Аналітична селекція — селекція, що ґрунтується на доборі родоначальних елітних рослин з природних популяцій місцевих сортів методом розкладання (аналізу) їх на окремі лінії.

Апробація (польова апробація) — оцінювання якості сортових посівів і насаджень.

Батьківські пари — дві вихідні форми або два сорти, дібрані для схрещування.

Біологічне засмічення сорту — засмічення його іншими сортами та культурами, що відбувається внаслідок природного (спонтанного) перезапилення і виникнення мутацій.

Біотип — сукупність особин виду або різновидів, яка характеризується генетичною однорідністю за однією або кількома ознаками.

Вегетативне розмноження — розмноження рослин вегетативними органами — шматочками стебла, кореня, листка, цибулинами, бульбами, кореневищами та ін.

Видове прополювання — видалення із сортового посіву домішок, що належать до інших видів і родів рослин.

Виробниче сортовипробування — випробування, яке провадять у виробничих умовах для господарського оцінювання найкращих перспективних сортів.

Вихідний матеріал — культурні й дикі форми рослин, які використовують для виведення нових сортів.

Віддалена гібридизація — схрещування організмів, що належать до різних видів або родів.

Віддалені еколого-географічні форми — форми, створені й пристосовані природним і штучним добором до різних ґрунтово-кліматичних умов.

Внутрішньосортова мінливість — відхилення від сортових ознак, зумовлене умовами вирощування, мутаціями та рекомбінаціями.

Генерація — покоління організмів.

Гетерозисний гібрид — гібрид, підвищена врожайність якого пов'язана з явищем гетерозису.

Гібрид — організм, який поєднує ознаки і властивості генетично різних батьківських форм. У широкому розумінні кожна гетерозигота є гібридом.

Гібрид лінійно-сортовий — одержаний від схрещування лінії з сортом.

Гібрид міжсортовий — одержаний від схрещування двох сортів.

Гібрид подвійний міжлінійний — одержаний від схрещування двох простих міжлінійних гібридів.

Гібрид простий — одержаний від схрещування двох ліній: $A \times B$.

Гібриди модифіковані — отримані з використанням сестринських самозапилених ліній.

Гібридизація — схрещування між собою двох або більше послідовно залучених спадково різних батьківських форм.

Гібридна популяція — сукупність спадково відмінних рослин, утворена внаслідок схрещування.

Гібридний розсадник — розсадник, в якому висівають і вивчають гібридні популяції, добирають кращі елітні рослини для закладання селекційного розсадника.

Гібридний сорт — сорт, виведений методом схрещування і добору з гібридної популяції.

Ґрунтовий контроль — діяльність щодо визначення сортової чистоти, зараженості насіння хворобами, а також ступеня чоловічої стерильності у стерильних аналогів сортів, ліній і простих міжлінійних гібридів, яку проводять висіванням насіння в ґрунт з наступним оцінюванням рослин упродовж вегетації.

Державний реєстр виробників насіння і садивного матеріалу — перелік суб'єктів насінництва та розсадництва, яким надано право виробляти та реалізовувати насіння і садивний матеріал.

Державний резервний насіннєвий фонд — насіння для забезпечення районів, що не виробляють власного насіння або мають обмежені можливості для його виробництва, та на випадок неврожаю чи стихійного лиха.

Дефіцитний сорт — новий районований цінний сорт, з якого відчувається нестача насіння. Завдяки незаперечній перевазі перед старими сортами підлягає швидкому впровадженню у виробництво за планом сортозміни.

Динамічне сортовипробування — випробування сортів, під час якого вивчають динаміку нагромадження врожаю впродовж вегетації.

Діалельні схрещування — схрещування, які застосовують для визначення специфічної комбінаційної здатності самозапилених ліній. При цьому кожну лінію схрещують з усіма іншими для оцінювання всіх можливих комбінацій.

Ділянки гібридизації — ділянки, на яких у спеціальних насінницьких господарствах вирощують насіння гетерозисних гібридів F_1.

Добір — процес диференційованого відтворення генотипів у популяції на фоні генотипової мінливості. Під тиском Д. в популяції постійно відбуваються генетичні зміни.

Екологія рослин — наука, яка вивчає взаємодію рослин з навколишнім природним середовищем.

Еколого-географічна систематика культурних рослин — ґрунтується на вивченні схожості й відмінності за біологічними та іншими особливостями між формами рослин, створеними добором у різних природно-кліматичних зонах.

Еколого-географічний принцип селекції — ґрунтується на використанні добору з гібридних популяцій, створюваних методом схрещування екологічно й географічно віддалених форм і сортів.

Екотип — відносно спадково стійка форма якогось виду, властива певним ґрунтово-кліматичним умовам і пристосована до них унаслідок добору.

Еліта — потомство кращих, дібраних рослин певного сорту, які найповніше передають усі його ознаки та властивості.

Елітне насіння — насіння, отримане від послідовного розмноження оригінального насіння в елітно-насінницьких та інших господарствах, занесених до Державного реєстру виробників насіння і садивного матеріалу.

Елітні рослини — кращі родоначальні рослини, дібрані для створення нового сорту.

Запилення — перенесення пилку, що утворюється в чоловічих генеративних органах — пиляках, на приймочки жіночих органів — маточок.

Зворотні схрещування — гібрид F_1 схрещується одноразово чи багаторазово з однією з батьківських форм.

Зональне (екологічне) сортовипробування — випробування, яке проводять у різних екологічних умовах для всебічного й швидкого оцінювання нових кращих сортів.

Індивідуальний добір — добір, який ґрунтується на оцінюванні за потомством дібраних, індивідуально розмножуваних кращих рослин.

Інтродукція — перенесення в будь-яку країну або область видів і сортів рослин, які раніше тут не вирощувались.

Інфекційний фон — спеціальний розсадник (теплиця, вегетаційний будиночок), у якому в умовах штучного зараження певним захворюванням оцінюють селекційний матеріал.

Кількісні (мірні) ознаки — ознаки, що відрізняються цифровим вираженням, яке встановлюють методом вимірювання, зважування, підрахунку.

Клон — потомство однієї вегетативно розмноженої рослини.

Клоновий добір — індивідуальний добір у рослин, що розмножуються вегетативно.

Коефіцієнт розмноження — відношення кількості кондиційного насіння в урожаї до кількості висіяного насіння.

Колекційний розсадник — розсадник, в якому провадять первинне вивчення нового вихідного матеріалу та добір елітних рослин для закладання селекційного розсадника.

Кондиційне насіння — насіння, сортові та посівні властивості якого відповідають вимогам нормативних документів.

Конкурсне (велике) сортовипробування — сортовипробування, за якого нові сорти зіставляються один з одним, порівнюються із стандартом, кращими сортами інших селекційних закладів і дістають остаточну оцінку перед відправленням у державне сортовипробування.

Контрольний розсадник — розсадник, в якому контролюють правильність добору елітних рослин у попередніх розсадниках за елементами продуктивності методом оцінювання їхнього потомства за врожайністю на невеликих ділянках.

Лабораторний сортовий контроль — установлення належності насіння до відповідного сорту і визначення сортової чистоти насіння проведенням лабораторного аналізу.

Маркування насінин — умовне позначення, слово, торговельна марка, символ або малюнок, розміщені на упаковці, прикріплені до неї або вкладені в середину.

Масовий добір — добір, за якого з вихідної популяції добирають велику кількість (масу) кращих рослин. Їх насіння після вибракування гірших об'єднують і висівають наступного року на одній ділянці.

Механічне засмічення сорту — засмічення насінням інших сортів і культур, що відбувається під час сівби, обмолоту, очищення та інших процесів.

Мінливість — властивість живих організмів набувати нових ознак або втрачати попередні під дією різних чинників. М. може бути спадковою і неспадковою.

Місцевий сорт — сорт, створений унаслідок тривалої дії впливу природного і найпростіших способів штучного добору під час вирощування тієї чи іншої культури в певній місцевості.

Насичувальні схрещування — багаторазове схрещування гібридів у будь-якій комбінації з батьківською вихідною формою. При цьому цитоплазма материнської форми насичується ядерним матеріалом чоловічої форми.

Насіннєвий контроль — державний і внутрішньогосподарський контроль за сортовими та посівними властивостями насіння й садивного матеріалу.

Насіннєві посіви — основна виробнича ланка схеми насінництва зернових і олійних культур, в якій вирощують сортове насіння на всю площу виробничих (товарних) посівів.

Насінництво та розсадництво — галузь рослинництва, що займається розмноженням відповідного насіння і садивного матеріалу, збереженням і поліпшенням сортових, посівних і врожайних властивостей, а також здійснює сортовий та насіннєвий контроль.

Насіння — насіннєвий матеріал, призначений для сівби. До нього належать власне насіння, плоди, частки складних плодів, суплідді, колоски та ін.

Негативний добір — різновид масового добору, за якого замість добору кращих рослин із посівів видаляють гірші особини.

Некондиційне насіння — насіння, яке за якісними показниками не відповідає вимогам нормативних документів.

Норма реакції генотипу — спосіб його реагування на зміни навколишніх умов. Виявляється у формі модифікацій.

Ознака — морфологічна особливість або своєрідність будови рослин (одиниця морфологічної дискретності організму).

Оригінальне насіння — насіння первинних ланок насінництва, яке реалізують для подальшого його розмноження і отримання елітного насіння.

Осередки (центри) походження і формотворення культурних рослин — райони земної кулі, в яких виникли певні види культурних рослин і спостерігається їх найбільша різноманітність.

Партія насіння і садивного матеріалу — будь-яка кількість однорідного за якістю насіння і садивного матеріалу, якість яких засвідчується відповідним документом.

Первинні насінницькі ланки — ланки схеми насінництва, що передують вирощуванню еліти: розсадник випробування потомств 1-го року, розсадник випробування потомств 2-го року і розсадник розмноження.

Перспективний сорт — новий сорт, який у перші роки державного сортовипробування значно перевищив за цінними господарськими ознаками і властивостями національні стандарти і розмножується, але ще не занесений до Державного реєстру сортів рослин, придбаних для поширення в Україні.

Польова стійкість до захворювань — стійкість, що контролюється полігенною системою і зумовлює відносну, часткову стійкість до всіх рас хвороби, які уражають певний сорт у природних польових умовах.

Попереднє (мале) сортовипробування — початкове випробування кращих селекційних номерів — майбутніх сортів, виділених у контрольному розсаднику.

Попереднє розмноження — розмноження найперспективніших за результатами попереднього й конкурсного випробування сортів — кандидатів на державне сортовипробування або сортів, які за перший рік державного сортовипробування показали найкращі результати.

Посівні властивості — сукупність показників якості насіння, які характеризують його придатність до сівби.

Провокаційний фон — штучно створюваний фон для прискорення оцінювання селекційного матеріалу на стійкість до певного несприятливого чинника.

Просторова ізоляція — відстань між посівами різних сортів і культур для уникнення перезапилення та механічного засмічення.

Протруювання насіння — оброблення насіння перед сівбою хімічними протруювачами проти збудників грибних, бактеріальних хвороб, а також проти деяких шкідників.

Прямі ознаки оцінювання — ознаки, за якими сорти і селекційні номери оцінюють безпосередньо методом підрахунку, зважування, вимірювання та ін.

Реєстр сортів рослин України — Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Реєстрація сортових посівів — документальне оформлення сортових посівів, які не підлягають апробації, але насіння з яких можна використовувати для сівби. Проводять методом огляду посівів на пні (без добору апробаційних снопів) та складання акта реєстрації сортових посівів.

Репродукція — відтворення, наступна за елітою ланка розмноження (пересівання) елітного насіння. Перше пересівання еліти дає I, друге — II репродукцію тощо.

Реципрокні схрещування — схрещування між двома формами, коли кожна з них одного разу виступає як материнський, а іншого — як чоловічий організм ($А \times Б$; $Б \times А$).

Селекційний матеріал — усі номери і сорти, оцінені й відібрані в процесі селекційної роботи.

Селекційний номер — відібране для розмноження в селекційному розсаднику потомство однієї або кількох рослин з метою подальшого вивчення і виведення нового сорту.

Селекційний розсадник — призначений для попереднього порівняльного оцінювання потомств індивідуально відібраних рослин або родин з колекційного розсадника чи інших посівів.

Селекційний сорт — сорт, виведений у науково-дослідній установі на основі наукових методів селекції.

Сертифікат на насіння — документ, що засвідчує сортові та посівні властивості насіння і садивного матеріалу.

Синтетична селекція — селекція, що ґрунтується на використанні для добору вихідного матеріалу, створюваного методом гібридизації (синтезу) різних сортів і форм.

Система насінництва та розсадництва — комплекс взаємопов'язаних організаційних, наукових і агротехнічних заходів, спрямованих на забезпечення виробництва, реалізації та використання насіння і садивного матеріалу сільськогосподарських, лісових, квітково-декоративних, а також лікарських рослин.

Складні схрещування — схрещування, в яких беруть участь більш ніж дві батьківські форми або гібридне потомство повторно схрещується з одним із батьків.

Сорт — група подібних за господарськими і біологічними властивостями та морфологічними ознаками культурних рослин, дібраних і розмножених для вирощування в певних природних та виробничих умовах для підвищення врожайності та якості продукції.

Сорт-клон — сорт, одержаний індивідуальним добором у вегетативно-розмножуваної культури, є потомством одного клону.

Сорт-популяція — сорт перехреснозапильної або самозапильної культури, виведений методом масового добору.

Сорти інтенсивного типу — сорти, придатні для вирощування в умовах інтенсивної культури землеробства: високопродуктивні, стійкі до вилягання, здатні давати великий приріст урожаю на високому агрофоні, в тому числі при зрошуванні.

Сортова чистота (чистосортність) — відношення кількості стебел основного сорту до кількості всіх розвинених стебел певної культури, виражене у відсотках.

Сортове прополювання — видалення з посіву основного сорту домішок інших сортів та різновидів тієї самої культури або на посіві стерильної форми — фертильних рослин цієї самої форми.

Сортовий контроль — діяльність щодо визначення сортової чистоти, встановлення належності насіння і садивного матеріалу сільськогосподарських, лісових, квітково-декоративних, а також лікарських рослин до відповідного сорту рослин методом проведення апробації посівів і насаджень, ґрунтового контролю і лабораторного сортового контролю.

Сортозаміна — заміна старих сортів, які використовуються у виробництві, новими, більш урожайними і цінними за технологічними властивостями продукції.

Сортооновлення — заміна насіння, сортові й біологічні властивості якого погіршилися під час вирощування у виробництві, кращим насінням того самого сорту вищих репродукцій.

Страховий насіннєвий фонд — недоторканий, періодично відновлюваний запас насіння в господарствах на випадок неврожаю чи стихійного лиха.

Супереліта — бульбове потомство, одержане з супер-супереліти картоплі.

Схема насінництва — група взаємопов'язаних розсадників і насінницьких посівів, в яких у певній послідовності методом добору та розмноження відбувається процес відтворення сорту.

Східчасті схрещування — різновид складного схрещування, коли до гібридизації послідовно залучається кілька батьківських форм.

Урожайні властивості насіння — здатність насіння давати той чи інший урожай, величина якого за однакових умов вирощування визначається його спадковими (сортовими) і посівними властивостями.

Фенофази — фази розвитку рослин, які фіксуються за морфологічними змінами, наприклад у злаків: сходи кущіння, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, стиглість.

Якісні ознаки — ознаки, відмінності між якими можна встановити безпосередньо візуальним методом.

Список рекомендованої літератури

1. *Вавилов Н.И.* Теоретические основы селекции. — М.: Наука, 1987. — 512 с.
2. *Генетика* і селекція в Україні на межі тисячоліть: У 4 т. / Редкол.: В.В. Моргун (голов. ред.) та ін. — К.: Логос, 2001. — Т. 1. — 644 с.; Т. 2. — 636 с.; Т. 3. — 480 с.
3. *Зозуля О.Л., Мамалиґа В.С.* Селекція і насінництво польових культур. — К.: Урожай, 1993. — 416 с.
4. *Киндрук Н.А., Сечняк Л.К., Слюсаренко О.К.* Экологические основы семеноводства и прогнозирование урожайных качеств семян озимой пшеницы. — К.: Урожай, 1990. — 184 с.
5. *Молоцький М.Я., Васильківський С.П., Князюк В.І.* Селекція та насінництво польових культур: Практикум. — К.: Вища шк., 1995. — 238 с.
6. *Насінництво* і насіннєзнавство зернових культур / За ред. М.О. Кіндрука. — К.: Аграрна наука, 2003. — 238 с.
7. *Насінництво* і насіннєзнавство олійних культур / За ред. М.М. Гаврилюка. — К.: Аграрна наука, 2002. — 224 с.
8. *Словник* термінів з цитології, генетики, селекції та насінництва / М.Я. Молоцький, С.П. Васильківський, В.І. Князюк, П.І. Скоробреха. — Біла Церква: Білоцерк. держ. аграр. ун-т, 1999. — 400 с.
9. *Чучмий И.П., Моргун В.В.* Генетические основы и методы селекции скороспелых гибридов кукурузы. — К.: Наук. думка, 1990.
10. *Шемавньов В.І., Ковалевська М.І., Мороз В.В.* Насінництво польових культур: Навч. посібник. — Дніпропетровськ: ДДАУ, 2004. — 232 с.

Зміст

Передмова 3

Частина І
ЗАГАЛЬНА СЕЛЕКЦІЯ 5

Розділ 1. Селекція рослин і основні напрями її розвитку 5

1.1. Розвиток і становлення селекції як науки 5
1.2. Економічна ефективність селекції, перетворення її на безпосередній засіб виробництва 12
1.3. Розвиток і досягнення селекції в Україні 15
1.4. Розвиток селекції в Росії та інших країнах 23
1.5. Основні напрями селекції польових культур 33
1.6. Використання біотехнологічних методів у селекції рослин 47
Контрольні запитання і завдання 57

Розділ 2. Вчення про сорт і вихідний матеріал для селекції рослин 58

2.1. Роль сорту в інтенсифікації землеробства 58
2.2. Поняття про сорт 60
2.3. Поняття про вихідний матеріал у селекції рослин 66
2.4. Центри походження і формотворення культурних рослин 70
2.5. Світова колекція рослин та її використання в селекції 75
2.6. Поняття про еколого-географічну систематику рослин. Використання її в селекції 76
Контрольні запитання і завдання 79

Розділ 3. Аналітична селекція 80
Контрольні запитання і завдання 85

Розділ 4. Поняття про адаптивну селекцію 86

4.1. Еколого-генетичні проблеми сучасного рослинництва 86
4.2. Основні типи адаптації рослин 89
4.3. Генетична природа адаптації 90
4.4. Механізми адаптації 92
4.5. Проблеми адаптивної селекції 95
4.6. Просторова і часова репрезентативність оцінювання адаптивного потенціалу сортів 97
Контрольні запитання і завдання 98

Розділ 5. Роль внутрішньовидової гібридизації в селекційному процесі 99

5.1. Значення методу статевої гібридизації для створення вихідного матеріалу 99
5.2. Методика і техніка схрещування 102
5.3. Принципи підбору батьківських пар для схрещування 105
5.4. Типи схрещувань. Робота з гібридними поколіннями 119
Контрольні запитання і завдання 127

Розділ 6. Застосування методу віддаленої гібридизації в селекції рослин 128
6.1. Міжвидові і міжродові схрещування 128
6.2. Світові рослинні ресурси і віддалена гібридизація 130
6.3. Теоретичні основи віддаленої гібридизації 132
6.4. Ускладнення при віддаленій гібридизації та їх подолання 134
6.5. Особливості процесу формотворення при віддаленій гібридизації 139
6.6. Міжвидова передача ознак 141
6.7. Досягнення і перспективи використання методу віддаленої гібридизації 145
Контрольні запитання і завдання 148

Розділ 7. Експериментальний мутагенез у селекції рослин 149
7.1. Чинники індукованого радіаційного мутагенезу та їх ефективність 151
7.2. Мутагенна дія хімічних речовин 159
7.3. Застосування експериментального мутагенезу в селекції 165
Контрольні запитання і завдання 168

Розділ 8. Поліплоїдія, анеуплоїдія, гаплоїдія в селекції рослин 169
8.1. Поліплоїдія в природі 169
8.2. Класифікація поліплоїдів 171
8.3. Експериментальне одержання поліплоїдів 171
8.4. Анатомо-морфологічні, фізіологічні і біохімічні особливості поліплоїдів 174
8.5. Добір поліплоїдних рослин у C_0 і C_1 поколіннях 176
8.6. Використання автоплоїдів у селекції 178
8.7. Використання алополіплоїдів у селекції 182
8.8. Гаплоїдія і селекція 187
8.9. Анеуплоїдія та її використання в селекції 195
Контрольні запитання і завдання 197

Розділ 9. Використання явищ інцухту та гетерозису в селекції рослин 198
9.1. Суть і значення гетерозису 198
9.2. Інцухт. Його використання в селекції на гетерозис 200
9.3. Визначення загальної і специфічної комбінаційної здатності ліній 206
9.4. Типи гібридів кукурудзи 208
9.5. Методи виробництва гетерозисного насіння 211
9.6. Перспективи використання гетерозису в селекції основних польових культур 225
Контрольні запитання і завдання 227

Розділ 10. Роль добору в селекції рослин 228
10.1. Розвиток теорії добору і його творча роль 228
10.2. Поняття про родину, лінію, клон 233
10.3. Класифікація методів добору 233
Контрольні запитання і завдання 249

Розділ 11. Методи оцінювання селекційного матеріалу 250
11.1. Основні принципи оцінювання селекційного матеріалу 250
11.2. Оцінювання рослин за тривалістю вегетаційного періоду 251
11.3. Оцінювання за продуктивністю 252
11.4. Оцінювання зимостійкості 253
11.5. Оцінювання посухостійкості 259
11.6. Оцінювання стійкості сортів до хвороб 261
11.7. Оцінювання стійкості рослин до пошкодження шкідливими комахами 262
11.8. Оцінювання селекційного матеріалу за якістю продукції 264
11.9. Оцінювання придатності сортів до механізованого вирощування і збирання 269
11.10. Оцінювання стійкості до вилягання 269
Контрольні запитання і завдання 270

Розділ 12. Технологія селекційного процесу 271
12.1. Організація селекційного процесу 271
12.2. Селекційні сівозміни 274
12.3. Селекційні посіви та їх призначення 274
12.4. Схема селекційної роботи із самозапильними культурами 280
12.5. Схема селекційної роботи з перехреснозапильними культурами 282
12.6. Схема селекційної роботи з картоплею 284
12.7. Механізація і техніка робіт у селекційному процесі 287
12.8. Спостереження за рослинами та їх вибраковування 290
Контрольні запитання і завдання 292

Розділ 13. Державне сортовипробування 293
13.1. Організація державного сортовипробування 293
13.2. Класифікація державних випробувань сортів рослин 297
13.3. Основні положення методики державного сортовипробування 299
13.4. Документація державного сортовипробування 306
13.5. Порядок занесення нових сортів і гібридів до державного сортовипробування 306
13.6. Узагальнення даних державного сортовипробування і порядок занесення сортів до Реєстру сортів рослин України та їх вилучення 307
Контрольні запитання і завдання 310

Частина ІІ
НАСІННИЦТВО 311

Розділ 14. Наукові основи насінництва 311
14.1. Етапи розвитку насінництва в Україні 311
14.2. Організація насінництва за кордоном 318
Контрольні запитання і завдання 321

Розділ 15. Сортові та врожайні властивості насіння 322
15.1. Сорт і гетерозисний гібрид як об'єкти насінництва 322
15.2. Залежність рівня врожайності від якості насіння 323
15.3. Різноякісність насіння та її значення в насінництві 325
15.4. Причини погіршення сортів 329
15.5. Формування насіння з позитивними модифікаційними властивостями 330
15.6. Екологічні основи насінництва 333
Контрольні запитання і завдання 337

Розділ 16. Система насінництва польових культур 338
16.1. Система насінництва зернових культур 339
16.2. Система насінництва кукурудзи 340
16.3. Система насінництва багаторічних трав 342
16.4. Система насінництва соняшнику 343
16.5. Система насінництва льону-довгунцю 346
16.6. Система насінництва картоплі 347
16.7. Система насінництва цукрових буряків 350
Контрольні запитання і завдання 352

Розділ 17. Сортозаміна і сортооновлення 353
17.1. Поняття про сортозаміну, її вплив на врожайність сільськогосподарських культур 353
17.2. Строки сортооновлення та врожайність сільськогосподарських культур 357
17.3. Принципи і особливості зональної організації насінництва 361
Контрольні запитання і завдання 366

Розділ 18. Технологія виробництва насіння в первинних ланках насінництва 367
18.1. Методи і схеми виробництва еліти польових культур 369
18.2. Насінництво культур, що розмножуються вегетативно 385
18.3. Методи і схема створення насіння еліти багаторічних кормових трав 391
Контрольні запитання і завдання 394

Розділ 19. Технологія вирощування і післязбиральне оброблення насіння окремих сільськогосподарських культур 395
19.1. Технологія вирощування насіння зернових культур 398
19.2. Технологія вирощування насіння кукурудзи 404
19.3. Технологія вирощування насіння багаторічних трав 411
19.4. Технологія вирощування насіння цукрових буряків 416
19.5. Технологія післязбирального оброблення насіння сільськогосподарських культур 419
19.6. Технологія вирощування насіннєвої картоплі 425
Контрольні запитання і завдання 433

Розділ 20. Внутрішньогосподарський і державний контроль у насінництві польових культур 434
20.1. Методи контролю у насінництві 434
20.2. Польова апробація та реєстрація сортових посівів, методика і техніка їх виконання 436
20.3. Особливості апробації окремих культур 439
20.4. Складання апробаційних документів 446
20.5. Документація сортових посівів і насіння 447
Контрольні запитання і завдання 448
Короткий словник термінів 449
Список рекомендованої літератури 458

Навчальне видання

Молоцький Михайло Якович
Васильківський Станіслав Петрович
Князюк Віктор Іванович
Власенко Володимир Анатолійович

СЕЛЕКЦІЯ І НАСІННИЦТВО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН

Оправа і титул художника *В. С. Жиборовського*
Комп'ютерна верстка *Л. М. Кіпріянової*

Видавництво «Вища освіта»,
04119, Київ-119, вул. Сім'ї Хохлових, 15

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єкта видавничої справи ДК № 662 від 06.11.2001

Підписано до друку 23.05.06 р. Формат 60 × 84/16.
Папір офс. № 1. Гарнітура Century Schoolbook. Друк офс.
Ум.-друк. арк. 26,97. Обл.-вид. арк. 32,55.
Зам.

Надруковано з плівок, виготовлених у видавництві «Вища освіта»,
на ВАТ «Білоцерківська книжкова фабрика»,
09117, м. Біла Церква, вул. Л. Курбаса, 4