

***ГЕНЕТИЧНА ПРИРОДА ТА ХАРАКТЕР УСПАДКУВАННЯ  
СТІЙКОСТІ КУКУРУДЗИ ТА СОНЯШНИКУ ДО ХВОРОБ  
НЕКРОТРОФНОГО ТИПУ ЖИВЛЕННЯ***

---

Л.М. Чернобай, В.П. Петренкова, І.Ю. Боровська  
Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН

Виділено донори стійкості до збудників хвороб некротрофного типу живлення серед різних за стійкістю ліній кукурудзи та соняшнику. Встановлена можливість прогнозування стійкості до збудника білої гнилі гібридів  $F_1$  соняшнику за допомогою математичної моделі, розробленої в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН.

*Стійкість, кукурудза, соняшник, джерело, успадкування, схрещування*

Екстенсивне виробництво призвело до чергового загострення проблеми витривалості сучасних гібридів просапних культур, до накопичення у ґрунті інфекційного начала збудників некротрофних хвороб. Методи, які використовуються в селекції на стійкість до збудників цих хвороб при створенні витривалих сортів і гібридів, відрізняються від методів селекції на інші ознаки специфікою фітопатологічного та імунологічного аспектів. Достатньо важливим критерієм при селекції на стійкість є оцінка вихідного матеріалу на штучних інфекційних фонах. У зв'язку з цим, робота по створенню вихідних форм гетерозисних культур, стійких до патогенів некротрофного типу живлення, є актуальною та необхідною [1].

Метою наших досліджень було виявлення нових генетичних джерел та донорів стійкості до збудників фузаріозної стеблової гнилі на кукурудзі, білої гнилі та фомопсису на соняшнику, вивчення закономірностей успадкування даної ознаки для використання в селекції. На базі виділеного за стійкістю матеріалу передбачалося створення ознакових колекцій і впровадження їх до селекційних програм.

Досліди проводили у 2001-2006 рр. в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН на фітопатологічній ділянці лабораторії стійкості до біо- та абіотичних чинників. Узагальнено результати 6-річного вивчення генетичної природи та характеру успадкування стійкості до збудників

хвороб некротрофного типу живлення (фузаріозної стеблової гнилі на кукурудзі, білої гнилі та фомопсису на соняшнику) у експериментальних гібридів кукурудзи та соняшнику, в польових умовах штучного і провокаційного фонів та за допомогою лабораторного дослідження.

Площа посіву кукурудзи складала 1,0 га в умовах 23 – річної монокультури, а посіви соняшнику займали площу 1,5 га (попередник – круп'яні культури) у 4-пільній сівозміні інфекційного розсадника.

Агротехніка вирощування кукурудзи та соняшнику загальноприйнята, розміщення рослин 70x70 см, площа ділянки для експериментальних гібридів 9,8 м<sup>2</sup>. Загальна площа ділянок для сортів соняшнику – 49 м<sup>2</sup>, для самозапиленних ліній – 4,9 м<sup>2</sup>. Через 20 номерів висівали національні стандарти різних груп стиглості та сорти-еталони.

Роки досліджень характеризувалися різними погодними умовами і різним проявом інтенсивності ураження хворобами. Так, 2003 і 2004 роки були сприятливими для розвитку збудників фузаріозу та фомопсису, а 2005 р. та 2006 р. – менш сприятливим.

Досліди на кукурудзі висівали у двох повторностях. Рослини батьківських ліній та гібридів штучно уражували збудником фузаріозу. Для цього на 7-й день викидання приймочок у серцевину третього міжвузля стебла вносили інфіковане чистою культурою патогенного штаму *Fusarium* зерно вівса. Рану на стеблі заклеювали кольоровою клейкою стрічкою, що дозволяло підтримувати необхідну для розвитку патогена вологість і чітко ідентифікувати місце внесення інокулюму. Через 30 діб облікові стебла вирізали і робили поздовжній розтин через місце інфікування та проводили заміри для визначення об'єму уражених тканин [2].

На штучному інфекційному фоні проведено гібридологічний аналіз 7 батьківських ліній та F<sub>1</sub> 42 гібридів кукурудзи, одержаних за діалельною схемою схрещування. До схеми було залучено 5 стійких ліній – УХ 174, УХ 126, УХ 127, УХ 128 і УХ 382, та 2 високосприйнятливих – ГК 26 і Т 22. Кількість облікових рослин становила в Р<sub>1</sub>, Р<sub>2</sub>, F<sub>1</sub> – 20 шт., в F<sub>2</sub>, ВС<sub>1</sub>, ВС<sub>2</sub> – 40-60 шт. Батьківські лінії кукурудзи перевірено на відповідність моделям полігенного контролю по Мазеру і Джинксу шляхом аналізу сукупності сімей Р<sub>1</sub>, Р<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> та ВС<sub>1</sub>, ВС<sub>2</sub> [3].

Інфекційний фон білої гнилі соняшнику створювали шляхом внесення інокулюму в ґрунт при сівбі [4]. При цьому в кожен лунку вносили 2-3 шматочки подрібнених до 0,5 мм склероціїв білої гнилі [5]. Контролем був висів без інфекції.

Досліджували гібридний матеріал, отриманий за участі різних за стійкістю 7 материнських та 15 батьківських ліній: серед материнських ліній – 2 стійких, 1 середньостійка, 4 сприйнятливих; серед батьківських – 5 стійких, 2 середньостійкі, та 8 сприйнятливих. Визначали стій-

кість до збудників фомопсису [6].

Методами мікроскопії та чистих культур діагностували видовий склад збудників хвороб [7, 8].

Використовували селекційні схрещування альтернативних за стійкістю форм для визначення успадкування стійкості [9].

Математичну обробку даних для визначення достовірності результатів досліджень проводили шляхом дисперсійного, кореляційного аналізів та графічного зображення. Обробку отриманих результатів проводили по Рокицькому, Гріффіngu, Хейману, Мазеру, Джинксу [3, 10-11].

На фоні штучного зараження кукурудзи було визначено розмах варіювання показника інтенсивності розвитку фузаріозної стеблової гнилі шляхом порівняння об'єму уражених частин стебел, який вимірювали, виходячи з показників їх висоти (L) та діаметру (d).

У досліді спостерігалось 3 типи поширення ураження:

- 1) лінзовидні чітко обмежені;
- 2) лінзовидні з розпливчастими краями;
- 3) циліндричні з міжвузлям ураженим частково, повністю, або ж з поширенням ураження на сусідні міжвузля [2].

В 10 гібридних комбінаціях із 42 середні значення об'єму уражених тканин були проміжними по відношенню до батьківських форм; 13 наближалися до значення одного із батьків; в 19 випадках спостерігалось підвищення чи зниження цього показника відносно кожної з батьківських ліній.

Статистична обробка підтвердила, що успадкування ознаки стійкості до стеблової гнилі в даному досліді відбувалося по типу наддомінування і повністю відповідало домінантно-адитивній моделі.

Було визначено достовірні відмінності в даній системі діалельних схрещувань за ефектами ЗКЗ, СКЗ та константами СКЗ. Максимальні достовірно позитивні ефекти ЗКЗ та високі значення констант СКЗ визначені для ліній УХ 174, УХ 127, УХ 382. Високими достовірними ефектами СКЗ характеризувалися комбінації УХ 174 / ГК 26, УХ 126 / УХ 128, УХ 126 / Т 22.

На отриманому гібридному матеріалі  $F_2$  та  $BC_1$ , в 2005-2006 рр. було проведено перевірку батьківських ліній шляхом аналізу сукупності сімей  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  та  $BC_1$  на відповідність моделям полігенного контролю по Мазеру і Джинксу [3].

При порівнянні величин А, В і С зі своїми вибірковими помилками, що є тестами на неалельні взаємодії, було виявлено, що значимі величини А, В і С були отримані для 39 гібридів з 42. Це свідчить про те, що неалельні взаємодії проявилися в успадкуванні ознаки стійкості до фузаріозної стеблової гнилі у переважної більшості проаналізова-

них комбінацій. Комбінації УХ 174 / УХ 128, УХ 128 / УХ 174 та УХ 128 / ГК 26, очевидно, слід співвідносити з аддитивно-домінантною моделлю успадкування ознаки.

Розрахунки ефектів гетерозису та його компонентів при неалельних взаємодіях наведені в таблиці 1. За результатами співставлення параметрів  $h$  та  $l$  для 11 гібридів ідентифіковано дублікатний тип епістазу, в той час, як у решти гібридів ці параметри суттєво не відрізнялися від 0, і провести класифікацію неалельної взаємодії не видається можливим.

Результати досліджень свідчать, що в більшості випадків відносна стійкість до фузаріозної стеблової гнилі є кількісною ознакою і забезпечується полігенно. Тому в селекції для досягнення стійкості нащадків бажано при рекомбінації накопичувати в одному генотипі гени, що забезпечують різні механізми стійкості. Оптимальним шляхом забезпечення стійкості до стеблової гнилі в гібридах F1 є індивідуальний добір батьківських форм з високою комбінаційною здатністю.

У цьому плані практичну цінність для селекції кукурудзи може мати лінія ГК 26 з високими господарсько-цінними ознаками, яка, будучи сприйнятливою до стеблової гнилі, в якості материнської лінії забезпечила високі достовірні ефекти гетерозису за ознакою стійкості у більшості комбінацій даного досліджу.

Достовірні ефекти гетерозису виявлено також для комбінацій УХ 126 / УХ 174, УХ 127 / УХ 128 (табл. 2).

Аналіз гібридного матеріалу соняшнику дозволив виявити колекційні зразки, гібриди з якими були слабкосприйнятливими або стійкими до білої гнилі. Метою експериментів було вивчення донорських властивостей батьківських форм соняшнику щодо стійкості до фомосису і білої гнилі.

Дослідження закономірностей успадкування стійкості до білої гнилі соняшнику проводили у 2001-2003 роках, в умовах штучного інфекційного фону.

При вивченні донорських властивостей ліній – батьківських форм соняшнику за стійкістю до збудника цієї хвороби отримано гібридний матеріал за участю 7 материнських форм: Сх 503 А, Сх 908 А, Сх 1002 А, Сх 1006 А, Сх 2111 А, Сх 2552 А, Сх 3848 А, які характеризувались високою продуктивністю і олійністю та 25 скоростиглих, стійких до хвороб батьківських ліній.

Виявлено, що гібриди, отримані за участю різних материнських форм, відрізняються за реакцією на збудника. Найбільша кількість стійких гібридів (90%) отримана від схрещування стійкої до збудника лінії Х 908 А у якості матері. У решти материнських ліній не виявлено чіткого зв'язку між рівнем їх ураженості та ураженості гібридних потомств.

Таблиця 1.

Середні показники поширення фузаріозної інфекції в тканинах стебла 7 самоzapилених ліній кукурудзи, їх діалельних гібридів F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, беккросів В<sub>1</sub> і В<sub>2</sub> та тести на наявність неалельних взаємодій, 2005 р.

Гібриди	Об'єм уражених тканин стебла, см <sup>3</sup>												Тести на неалельні взаємодії					
	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		BC <sub>1</sub>		BC <sub>2</sub>		А		В		С	
	сер.	ст. пом.	сер.	ст. пом.	сер.	ст. пом.	сер.	ст. пом.	сер.	ст. пом.	сер.	ст. пом.	сер.	ст. пом.	сер.	ст. пом.	сер.	ст. пом.
Ух 174 / Ух 128	1,6	0,3	3,7	1,1	6,8	0,9	4,5	0,4	3,8	0,7	4,3	1,0	-0,8	2,0	-1,9	2,4	-0,8	3,5
Ух 128 / Ух 174	3,7	1,1	1,6	0,3	4,9	0,6	3,6	0,3	3,6	0,4	3,1	0,4	-1,3	1,8	-0,3	1,6	-0,7	3,2
Ух 128 / Гк 26	3,7	1,1	11,4	1,3	5,2	1,1	6,9	0,5	5,5	0,8	7,8	0,7	2,0	2,4	-1,0	2,3	2,0	3,9

Таблиця 2.

Компоненти гетерозису у гібридів F<sub>1</sub> кукурудзи за показниками поширення фузаріозної інфекції в тканинах стебла, 2005 р.

F <sub>1</sub>	m		d		h		I		j		l		Гетерозис
	сер.	ст. пом.	сер.	ст. пом.	сер.	ст. пом.	сер.	ст. пом.	сер.	ст. пом.	сер.	ст. пом.	
Ух 126 / Ух 174	15,96	4,33	2,50	0,69	-24,60	9,84	-11,85	4,27	1,43	2,37	14,66	5,89	-0,60
Ух 127 / Ух 128	4,39	3,42	0,04	0,70	-1,10	8,45	-0,58	3,34	5,77	2,52	-0,36	5,29	-0,92

На базі отриманих даних розроблена геометрична модель залежності стійкості гібрида від стійкості батьківських форм, що дозволяє прогнозувати стійкість гібридів, які планується вивчати на селекційну цінність (рис. 1).

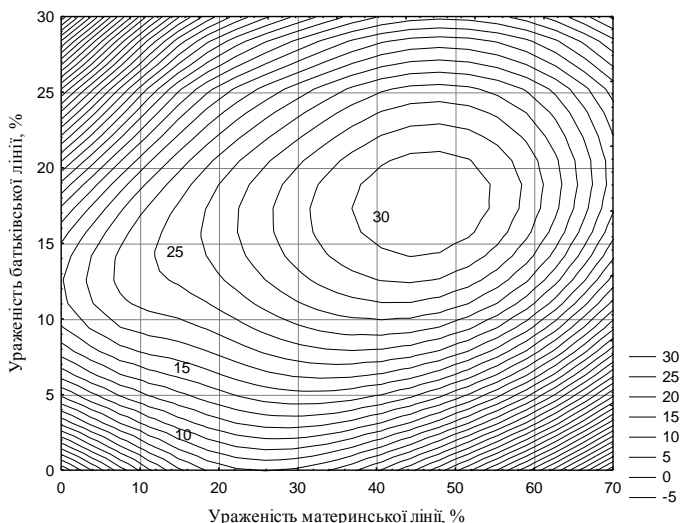


Рисунок 1. Геометрична модель залежності стійкості гібрида від стійкості батьківських форм

Функціональний простір системи “батьки-нащадки” за проявом стійкості, який наведений на рисунку 2, наочно демонструє залежність ураженості гібридів збудником білої гнилі від генотипічних особливостей батьківських форм.

Таким чином, враховуючи складність характеру наслідування стійкості до збудника білої гнилі, можна використовувати математичні методи для прогнозування стійкості гібридів.

Закономірності успадкування стійкості соняшнику до збудника фомопсису вивчали в польових умовах 2001-2006 та в лабораторних умовах 2000 та 2004 років.

Виявлено, що при схрещуванні стійких до збудника фомопсису батьків рівень стійкості гібридів не відрізняється від батьківських, а при схрещуванні контрастних за стійкістю батьків рівень стійкості гібрида у більшості випадків не відрізняється від стійкої батьківської форми чи є проміжним, і лише в 20% випадків стійкість гібрида знахо-

диться на рівні сприйнятливої батьківської форми. Але при схрещуванні сприйнятливих батьків більше половини гібридів були стійкими до патогена. Такі показники стійкості гібридів  $F_1$  можна пояснити сумарною взаємодією генетичних факторів, привнесених від обох батьківських форм.

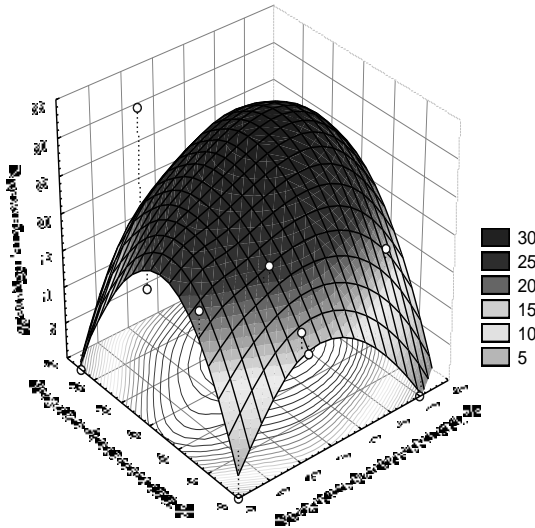


Рисунок 2. Залежність ураженості білою гниллю рослин гібрида від генотипічних особливостей батьківських форм

Найбільша кількість стійких до фомопсису гібридів отримана від схрещування стійкої до збудника материнської лінії Сх 908 А, незалежно від стійкості батьківських форм. Високу загальну комбінаційну здатність встановлено для самозапилених ліній Х 837, Х 780 та Х 843, залучених до схрещувань в якості батьківських.

Гібриди, одержані від схрещування батьківської лінії Х 837 В з двома стійкими (Сх 503 А, Сх 908 А) та двома сприйнятливими материнськими формами (Сх 1006 А, Сх 2552 А), на штучному інфекційному фоні були більш стійкими, ніж їх батьківські лінії (♂♀), як у польових, так і в лабораторних умовах.

Таким чином, за показниками ураженості гібридів в польових та лабораторних умовах (за дворічними даними) виділені як донори стійкості до фомопсису самозапилені батьківські лінії Х 837 В, Х 780 В та материнська лінія Сх 908 А. Батьківські лінії Х 711 В, Х 760 В, Х 781 В,

X 790 В, X 796 В, хоч і характеризуються як сприйнятливі до збудника фомопсису, але відзначаються високою комбінаційною здатністю, про що свідчить стійкість F<sub>1</sub> в лабораторних і, що важливіше для селекціонера, в польових умовах.

Перевірка господарсько-цінних ознак та стійкості до хвороб цих експериментальних гібридів у 2005-2006 рр. дозволила дібрати кращі гібридні комбінації, зокрема з груповою стійкістю до сірої гнилі кошику та фомопсису.

За ознакою „маса 1000 насінин” виділено 2 гібридні комбінації, рівень показника яких відповідав рівню стандарту другої групи стиглості, і одна гібридна комбінація (Сх 908 А / X 837 В), мала невелике перевищення відповідного показника стандарту Світоч (58,6 г). За продуктивністю виділено гібридні комбінації Сх 503 А / X 837 В та Сх 2111 А / X 837 В. Вміст олії в сім'янці соняшнику на рівні стандарту Візит (47,68%) продемонстрували гібридні комбінації Сх 908 А / X 711 В (47,34%), Сх 908 А / X 780 В (48,59%), Сх 908 А / X 781 В (46,78%), Сх 908 А / X 790 В (47,24%). Найменший рівень ураження в умовах епіфітотії фомопсису в період 2004-2005 рр. мали гібридні комбінації Сх 908 А / X 837 В, Сх 503 А / X 781 В, Сх 908 А / X 781 В (36,0, 38,4 і 39,7% відповідно). Вище означені експериментальні гібридні комбінації поєднують в собі господарсько-цінні ознаки поряд з витривалістю до фомопсису.

Таким чином, результати досліджень свідчать, що оптимальним шляхом забезпечення стійкості до стеблової гнилі кукурудзи в гібридах F<sub>1</sub> є індивідуальний добір батьківських форм з високою комбінаційною здатністю.

Виділена материнська форма соняшнику X 908 А, яка забезпечує стійкість до збудника білої гнилі 90% нащадків.

Встановлена можливість прогнозування стійкості до збудника білої гнилі гібридів першого покоління соняшнику за допомогою математичної моделі, розробленої в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН.

В польових та лабораторних умовах виділені донори стійкості до фомопсису: самозапилені батьківські лінії X 837 В, X 780 В та материнська лінія Сх 908 А.

#### Бібліографічний список

1. *Кириченко В.В.* Селекція и семеноводство подсолнечника (*Helianthus annus L.*): Монографія. – Харків, 2005. – 387 с.
2. *Чернобай Л.М., Петренко В.П., Фаррахова М.О.* Використання штучного інфекційного фону до фузаріозної стеблової гнилі в селек-



- ції кукурудзи на стійкість // Селекція і насінництво. - Харків, 2007. - Вип. 94. – С. 52-65.
3. *Мазер К., Джинкс Дж.* Биометрическая генетика / перевод с англ. В.М. Гиндилиса, Л.А. Животовского. – Москва: Мир, 1985. - 563 с.
  4. *Долгова О.М., Петренко В.П.* Оценка подсолнечника на устойчивость к склеротиниозу // Масличные культуры, 1983.-№ 5.- С. 36-37.
  5. *Петренко В.П.* Методи створення селекційного матеріалу соняшнику стійкого до білої та сірої гнилей // Селекція і насінництво. – Харків, 1996. – Вип. 76. – С. 47-50.
  6. *Петренко В.П.* Методи створення селекційного матеріалу соняшнику стійкого до білої та сірої гнилей // Селекція і насінництво. – Харків, 1996. – Вип. 76. – С. 47-50.
  7. *Хохрякова М.К.* Определитель болезней растений. – Санкт-Петербург, Москва, Краснодар: Лань, 2003. – 591 с.
  8. *Билай В.И.* и др. Микроорганизмы возбудители болезней растений / справочник. – К.: Наукова думка, 1988. – 552 с.
  9. *Петренко В.П., Кривошеева О.В., Рябчун В.К.* та ін. Господарсько-біологічна характеристика національної колекції соняшнику: Каталог. - Харків: ІР, 2003. - Вип. 1. - 123 с.
  10. *Литун П.П., Проскурнин Н.В.* Генетика количественных признаков. Генетические скрещивания и генетический анализ.- К.: УМК ВО, 1992.- 96 с.
  11. *Тарутина Л.А., Хотылева Л.В.* Взаимодействие генов при гетерозисе. – Минск: Наука и техника, 1990. – 176 с.

Выделены доноры устойчивости к возбудителям болезней некротрофного типа питания среди разных по устойчивости форм кукурузы и подсолнечника.

Установлена возможность прогнозирования устойчивости к возбудителю белой гнили гибридов  $F_1$  подсолнечника с помощью математической модели, разработанной в Институте растениеводства им. В.Я. Юрьева УААН.

Some donors of resistance to disease agents of a necrotrophic type among difference maize and sunflower lines as to their resistance. A possibility for the prognosis of resistance to sclerotinose in  $F_1$  hybrids of sunflower by means of the mathematic model which has been worked out in Plant Production Institute nd. a. V. Ya Yuryev of USSA