

УДК 631.421:631.153.3:631.582

## МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДІВ З ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ СІВОЗМІН

П.І. Бойко

*ННЦ «Інститут землеробства УААН»*

*Визначено сучасні та перспективні підходи щодо проведення і планування наукових досліджень у тривалих стаціонарних польових дослідах із сівозмін. Наведено методика польових, лабораторних і вегетаційних досліджень, за допомогою якої постає можливість розроблення найбільш перспективних, економічно вигідних сівозмін з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов та виробничої спеціалізації господарств.*

**Ключові слова:** *планування досліджень, методика досліджень, сівозміни.*

**Вступ.** Основним методом визначення ефективності сівозмін є польові стаціонарні дослідження з повними ротаціями. Окремі завдання, які доповнюють стаціонарні дослідження можна вирішувати у тимчасових дослідах. Наприклад, дослідження окремих попередників, ланок сівозмін, ролі окремих видів добрив, строків збирання парозаймаючих культур, сортових посівів, способів обробітку ґрунту тощо.

**Матеріал і методи досліджень.** Після написання програми дослідження, зрівняльного посіву, знімання рельєфу і складання карти ґрунтів дослідної ділянки, розміщення варіантів проводять систематичним або рендомізованим методом залежно від мети дослідження та умов його проведення. Сівозміна має бути розгорнута в часі й на території всіма полями одночасно для того, щоб кожен рік для всіх культур одержувати врожайні дані та проводити відповідні спостереження. Небажаним є освоєння стаціонарного дослідження одним або двома полями, що значно подовжує період освоєння сівозміни і в подальшому веденні дослідження створює серйозні труднощі у порівнянні дослідних даних з кожної культури, одержаних у різних полях сівозміни.

Повторення у дослідженнях повинно бути 3-4-разове, розмір облікової ділянки встановлюється залежно від мікрорельєфу і ґрунтових умов та застосування механізації, але вона має бути не менше 100 м<sup>2</sup> і не більше 240, в окремих випадках допускається 40-50 м<sup>2</sup>. Збільшення розмірів дослідних ділянок понад встановлені вище, призводить до зниження точності дослідження,

ускладнює вибір дослідної площі у цілому та проведення супутніх спостережень. Для досягнення більшої точності досліді краще збільшити число повторень. Сівбу проводять сортами і гібридами сільськогосподарських культур, занесеними до Державного реєстру за своєчасного введення у дослід нових високоврожайних сортів.

Облік урожаю здійснюють методом суцільного зважування основної та побічної продукції з усієї облікової площі ділянки з доведенням продукції до встановлених кондицій і переведенням в суху речовину.

Результати досліді підлягають математичному аналізу. За складання програми досліджень для виявлення впливу окремих чинників, які передбачають досліджувати в групах варіантів, слід дотримуватись технологічних вимог вирощування сільськогосподарських культур.

*Визначення ефективності розміщення сільськогосподарських культур і парів у сівозмiнах є метою і передбачає розв'язання таких завдань:*

- оцінки ролі парів чорних і сидеральних, а також парів, зайнятих травами багаторічними, бобовими однорічними культурами за раціонального використання ґрунтів з підвищенням рівня родючості;
- встановлення впливу попередників та місця культур у сівозмiнах на врожай і його якість, виявлення сумісності сільськогосподарських культур;
- визначення місця проміжних (післяжнивних і післяукісних), підсівних культур і сумішок бобових та злакових культур;
- виявлення впливу набору і чергування культур на забур'яненість, розвиток шкідників та хвороб рослин.

Встановлення переваг окремих видів і ланок сівозмiн у боротьбі з шкідниками, хворобами і бур'янами посівів особливо важливе й актуальне для ведення господарства на біологічній основі, тобто за повної відмови від застосування будь-яких агрохімікатів. Ці завдання потрібно виконувати у тривалих дослідіх у ротаціях сівозмiн і тимчасових дослідіх у ланках сівозмiн.

**Результати досліджень.** Система удобрення сільськогосподарських культур і обробіток ґрунту у сівозмiнах. Для визначення ефективності сівозмiн слід застосовувати загальноприйнятту систему обробітку ґрунту і

систему застосування органічних та мінеральних добрив, а також впроваджувати для контролю варіанти без удобрення сільськогосподарських культур та варіанти з оранкою. Поряд з цим потрібно впроваджувати дублюючі варіанти сівозмін із застосуванням, як добрива, побічної продукції культур, а також варіанти з підвищеними дозами органічних і, особливо, мінеральних добрив, новими прогресивними заходами обробітку ґрунту порівняно із звичайною оранкою, досліджуючи їхній вплив на формування ролі попередників та визначення місця сільськогосподарських культур у сівозмінах.

*Визначення рівня родючості ґрунту.* Основні показники рівня родючості ґрунту за різного набору та чергування культур у сівозмінах змінюються поступово і в таких величинах, які іноді не виходять за межі випадкових змін, пов'язаних із природною строкатістю ґрунту. Тому попередньою умовою одержання достовірних експериментальних даних є правильне розміщення стаціонарного дослідження – на однаковій, типовій для ґрунтово-кліматичної зони відміні ґрунту з однаковим рівнем його окультурення.

Перед проведенням ґрунтових досліджень потрібно зробити план ґрунтів. Ґрунтові розрізи потрібно робити по краях дослідного поля або на достатньо широких (5-6 м) захисних смугах між повтореннями дослідження для того, щоб не пошкодити облікових площ дослідних ділянок.

Більшість елементів родючості ґрунту, маючи свою природну динаміку, змінюється як у просторі, так і в часі. Тому, за проведення досліджень у тривалому досліді необхідно здійснити, насамперед, відбирання зразків ґрунту для фіксації вихідного стану рівня його родючості. Це надає можливість згодом виявити його зміни у тому чи іншому варіанті дослідження як у порівнянні з контролем, так і у відношенні до вихідного стану. Змішані зразки ґрунту для фіксації вихідного стану родючості, як правило, відбирають з орного та підорного шарів (із 6-10 точок у кожній ділянці) у всіх варіантах сівозмін у двох кращих за рельєфом повтореннях дослідження.

У основних варіантах дослідження, де проводитимуть дослідження балансу гумусу і основних елементів живлення рослин, вихідні зразки слід відбирати пошарово до глибини одного метра через кожні 10-20 см. Зразки для фіксації вихідного стану родючості відбирають з достатнім запасом вагою 1.5-2.0 кг і зберігають у сухому місці до закінчення дослідження для того, щоб у будь-який час можна було зробити повторні або додаткові аналізи, потреба в яких може

виникнути у процесі ведення дослідю.

Програма і методика визначення рівня родючості ґрунту в стаціонарному досліді значною мірою визначається програмою та схемою самого дослідю, хоча в окремих випадках ці дослідження можуть носити самостійний характер.

*Найбільш важливі завдання визначення ефективності сівозмін за дослідження рівня родючості ґрунту:*

- визначення ефективності різних попередників основних сільськогосподарських культур;

- дослідження продуктивності сівозмінних ланок і у цілому сівозмін з парами чорними та зайнятими у Степу та південній частині Лісостепу, з парами сидеральними та зайнятими у центральному і північному Лісостепу та Поліссі;

- виявлення впливу трав однорічних і багаторічних на урожайність сільськогосподарських культур сівозміни;

- дослідження продуктивності сівозміни за різного насичення зерновими, просапними і бобовими культурами суцільного посіву та різних систем застосування органічних та мінеральних добрив;

- визначення ефективності проміжних культур;

- дослідження продуктивності культур за їхнього беззмінного вирощування.

У програмі цих досліджень необхідно передбачити визначення таких основних показників: запаси продуктивної вологи в ґрунті; баланс вологи у посівах окремих сільськогосподарських культур та у цілому в сівозміні; вміст рухомих форм елементів живлення рослин у ґрунті; баланс основних елементів живлення рослин у сівозміні; кількість корневих і післяживних решток, що залишаються в ґрунті після збирання культур; вміст загального азоту та гумусу в ґрунті; щільність і водопроникність ґрунту; основні фізико-хімічні та біохімічні властивості ґрунту.

Вологість ґрунту, як об'єктивний елемент його родючості, потрібно досліджувати в усіх ґрунтово-кліматичних зонах, проте це завдання набуває особливо важливого значення у дослідях, які закладено в умовах нестійкого

та недостатнього зволоження.

Визначення запасів вологи в ґрунті є обов'язковим для визначення ефективності різних попередників основних сільськогосподарських культур, продуктивності сівозмінних ланок і у цілому сівозмін з паром чорним та зайнятим, а також ефективності проміжних культур. Зразки ґрунту для цього необхідно відбирати до глибини 1-2 м залежно від наявності у сівозміні культур, які використовують вологу з різних за глибиною шарів ґрунту. Визначення запасів вологи в ґрунті потрібно проводити у всіх полях сівозміни у посівах всіх сільськогосподарських культур.

Систематичні тривалі визначення вологості ґрунту у сівозміні у посівах всіх сільськогосподарських культур сівозміни за одночасного обліку кількості атмосферних опадів дають можливість дослідити: нагромадження вологи в осінньо-зимовий період після різних попередників; вологозабезпеченість різних культур у сівозміні; особливості використання вологи різними культурами протягом вегетаційного періоду; залишкові запаси вологи в ґрунті після збирання культур; сумарні витрати вологи різними культурами сівозміни для створення одиниці врожаю сухої речовини (коефіцієнт водоспоживання). На основі цих спостережень можна визначити баланс вологи у посівах окремих культур і у цілому в сівозміні.

Вміст рухомих форм елементів живлення рослин (азот, фосфор, калій) у ґрунті необхідно визначати для дослідження різних попередників, парів сидеральних і зайнятих, проміжних культур тощо. Рухомі форми фосфору і калію визначають в орному та підорному шарах ґрунту. Нітратний азот разом з вологою легко мігрує у профілі ґрунту, тому в окремих випадках, як за визначення вмісту поживних речовин у ґрунті у посівах пшениці озимої після парів чистих та зайнятих, його доцільно визначати і в більш глибоких шарах ґрунту до 1.0-1.5 м. Враховуючи просторову строкатість, вміст рухомих форм елементів живлення рослин визначають у змішаних зразках ґрунту, відібраних із 6-8 точок кожної ділянки. Поряд з нітратами рекомендується визначати нітрифікаційну здатність ґрунту.

Для повного уявлення про поживний режим ґрунту, зокрема вплив на нього попередників чи інших сівозмінних чинників, доцільно одночасно визначати поживні речовини як у посівах сільськогосподарських культур, так і у спеціально виділених полях пару. Необхідно досліджувати його в динаміці, тобто проводити багаторазові визначення протягом вегетаційного періоду

року та після його закінчення, враховуючи за цього наявність або відсутність рослин.

Визначення балансу елементів живлення рослин необхідно проводити не менше, ніж у двох найтипівіших для будь-якої місцевості сівозмінах. Дослідження краще проводити у декількох сівозмінах, які значно відрізняються між собою насиченням сільськогосподарськими культурами, а також системами і дозами застосування добрив. У кожній сівозміні потрібно проводити систематичний облік фактичної кількості елементів живлення, які надходять у ґрунт з добривами, насінням, атмосферними опадами і виносяться з нього урожаєм сільськогосподарських культур, за рахунок вимивання тощо. На початку та в кінці ротації сівозміни у всіх полях визначають загальний вміст елементів живлення в орному та підорному шарах ґрунту.

Кількість корневих та післяживних решток, які залишаються в ґрунті після збирання культур, а також їхній хімічний склад потрібно визначати як для виявлення ефективності попередників, трав однорічних та багаторічних, проміжних культур, так і у цілому в сівозміні для дослідження балансу гумусу і елементів живлення у ґрунті. З тієї причини, що корені рослин у кінці вегетації частково відмирають і їх важко відокремити від напіврозкладених решток попередніх культур, відбирати рослинні рештки потрібно за 2-3 тижні до повного дозрівання рослин.

Визначення загального вмісту гумусу і азоту в ґрунті, щільності ґрунту, потрібно проводити в окремих варіантах різних типів сівозмін, а також для визначення ефективності трав однорічних та багаторічних, сівозмінних ланок з парами чорними і зайнятими, проміжними культурами.

Із фізико-хімічних властивостей ґрунту заслуговують на увагу такі показники: рН, кислотність гідролітична і обмінна, сума увібраних основ. Ці властивості за впливу сівозмінного фактору змінюються дуже повільно, тому визначати їх потрібно на початку та в кінці ротації сівозміни.

Дослідження сумісності культур у багатофакторних дослідах слід проводити за допомогою методів алелопатії, гельмінтології та мікробіології. Визначення біологічних властивостей ґрунту потрібно проводити в орному шарі ґрунту в окремих полях або ланках сівозміни.

Крім визначення зазначених показників родючості, для дослідження

балансу елементів живлення рослин у різних типах і видах сівозмін та у багатофакторних дослідах, необхідно проводити додаткові дослідження з використання інших методів, зокрема: лізиметричні – для визначення втрат азоту та інших елементів від вимивання з кореневмісного шару ґрунту і дослідження кругообігу речовин у системі ґрунт-добриво-рослина, лабораторні, лабораторно-польові та вегетаційні досліди для встановлення параметрів біологічної фіксації атмосферного азоту, газоподібних втрат азоту з добрив і ґрунту, коефіцієнтів використання поживних елементів добрив культурами сівозміни.

*Якість продукції.* Сучасні ринкові умови вимагають виробництва конкурентоздатної продукції, яка повинна відповідати міжнародним стандартам якості. Крім збільшення та стабілізації виробництва сільськогосподарської продукції, велику увагу потрібно приділяти її якості. Тому, за дослідження сівозмін, визначення і оцінка якості продукції усіх культур є обов'язковими, яку потрібно проводити за нижченаведеними показниками.

Для пшениці озимої – вага тисячі зерен, натура, скловидність, білок (протеїн), клейковина та її якість (сира, суха, розтяжність), сила борошна, об'єм хліба та інші технологічні показники.

Для жита озимого – вага тисячі зерен, натура, білок (протеїн), крохмаль, зольність.

Для кукурудзи – вага тисячі зерен, протеїн, білок, олія, крохмаль, а в зеленій масі – суха речовина, протеїн, клітковина.

Для бобових культур – протеїн, білок, олія, а в зеленій масі – суха речовина, протеїн, каротин, клітковина.

Для гречки – вага тисячі зерен, вихід ядра, білок, олія.

Для буряків цукрових – суха речовина, цукристість, азот шкідливий.

Для картоплі – суха речовина, крохмаль, протеїн, аскорбінова кислота, смакові якості.

Для насіння соняшника – олія.

Для льону-довгунця – вихід довгого і короткого волокна, міцність, тонкість, м'якість, еластичність, довжина, стрічковість пряжі, хімічний склад волокна

(пектини, пентозами, дубильні речовини, зола).

Для конюшини, люцерни, еспарцету, кормових культур – суха речовина, протеїн, каротин, клітковина, зола.

Дуже важливо в окремих варіантах різних типів і видів сівозмін, а також за поглибленого дослідження родючості ґрунту (балансу вологи, балансу елементів живлення тощо), визначати основні показники якості продукції усіх культур і загальний вихід білка, протеїну, цукру, крохмалю та олії в сівозміні.

Основною метою за визначення продуктивності, економічної та енергетичної ефективності сівозмін є виявлення найбільш ефективних і перспективних їх типів та видів. Дослідження проводять у тривалих стаціонарних дослідах за розміщення повних ротацій сівозмін. У результаті досліджень потрібно встановити:

- найбільш ефективну структуру посівних площ різних сільськогосподарських культур у сівозмінах;

- рівень родючості ґрунту, урожайність і продуктивність сільськогосподарських культур;

- продуктивність сівозмін за виходом з 1 га ріллі зерна, у тому числі продовольчого й фуражного, насіння, коренеплодів буряків цукрових, бульб картоплі, зернових, кормових, кормопропротеїнових одиниць та перетравного протеїну;

- економічну, енергетичну та екологічну ефективність сівозмін.

Продуктивність сівозмін визначають переведенням основної та побічної продукції разом у зернові, кормові, кормопропротеїнові одиниці та перетравний протеїн. У кормові одиниці не переводять продукцію льону-довгунця і соняшника, їхню ефективність визначають виходом основної продукції з 1 га сівозмінної площі. У спеціальних сівозмінах (овочевих, рисових, тютюнових та ін.) продуктивність визначають за виходом основної продукції.

Економічну ефективність сівозмін визначають у грошовому виразі за такими показниками: вартість валової продукції, загальні витрати на виробництво продукції, собівартість продукції, чистий прибуток та рівень рентабельності у процентному відношенні. З метою визначення порівняльної економічної оцінки сівозмін в основі розрахунків потрібно застосовувати



прямі витрати за технологічними картам кожної культури і закупівельні ціни на сільськогосподарську продукцію, які діють на теперішній час.

З урахуванням основних вимог енергетичного методу порівняльної оцінки сівозмін слід визначати структуру витрат за окремими технологічними заходами і проводити порівняння їхньої енергетичної ефективності. Для цього енергетичні ресурси, використані у дослідному процесі, розподіляють за статтями:

- уречевлені витрати на енергетичні ресурси різного походження (промислові та сільськогосподарські), у тому числі трактори, сільськогосподарські машини та знаряддя для обробітку ґрунту, органічні та мінеральні добрива, меліоруючі речовини (вапно, фосфогіпс), посівний матеріал та їхнє застосування.

- прямі витрати на енергоносії у вигляді палива і паливно-мастильних матеріалів для машин та механізмів;

- енерговитрати на трудові ресурси для оплати праці робіт, передбачених типовими технологічними картами.

Далі визначають співвідношення витрат у абсолютному виразі (МДж/га), проводять загальну оцінку потоку антропогенної енергії за весь ротаційний період різних сівозмін. Капітальні витрати енергії на внесення гною і хімічну меліорацію відносять до першого-п'ятого років їхньої післядії у пропорціях 50, 20, 15, 10 і 5% від загальної вартості. З аналізу структури витрат видно, якою мірою рівень інтенсифікації сівозмінного чинника впливає на величину і характер трансформації потоків енергії в агроєкосистемі.

Важливе методичне значення для визначення ефективності сівозмін має ведення документації у стаціонарних дослідках. Одночасне та чітке відображення результатів досліджень у журналах і таблицях загальноприйнятого зразка значно полегшує аналіз та узагальнення дослідного матеріалу за зонами, в яких здійснюють свою діяльність дослідні установи. У кожному стаціонарному досліді рекомендується складати програму з відображенням сучасного стану вирішення проблем, наукового обґрунтування доцільності її виконання та фінансові показники. До програми потрібно додати великомасштабну карту ґрунтів дослідного поля та графічне розміщення варіантів досліду. Невід'ємним елементом документації є книга розміщення культур і обліку врожаю у стаціонарному досліді з визначення

ефективності сівозмін. У книзі потрібно показати схему рельєфу і карти ґрунтів дослідної ділянки, схему розміщення ділянок, повторень і варіантів досліду, схеми сівозмін, систему застосування добрив, обробітку ґрунту, які затверджені програмою досліджень. Щорічно книгу потрібно заповнювати з початку закладання досліду за всіма його варіантами і фактичними посівами сільськогосподарських культур у сівозмінах. Результати лабораторних досліджень з визначення родючості ґрунту, якості продукції потрібно фіксувати у журналах і ретельно зберігати.

### **Висновки**

1. За сучасних умов інтенсивного землеробства, коли гостро постає проблема збереження та підвищення рівня родючості ґрунту, актуальним є впровадження удосконалених науково обґрунтованих систем землеробства, пристосованих до різних ґрунтово-кліматичних умов. Такі системи передбачають раціональну структуру посівних площ і сівозмін для забезпечення максимального виходу високоякісної сільськогосподарської продукції з 1 га земельної площі за найнижчих витрат для її виробництва.

2. Тому, важливим є впровадження наукових основ підвищення продуктивності сівозмін, оптимального насичення, співвідношення та розміщення найбільш продуктивних зернових, технічних, кормових, овочевих та інших культур. Польові дослідження повинні бути тривалими і комплексними з урахуванням ґрунтових і кліматичних умов, які постійно змінюються.

3. Враховуючи перспективи розвитку сільськогосподарської науки і потреби аграрного сектора виробництва, науково-дослідним установам відповідного спрямування для дослідження сівозмін потрібно застосовувати наведену методичку польових, лабораторних і вегетаційних досліджень за допомогою сучасної апаратури, приладів та реактивів. На основі перспективних наукових досліджень постає можливість розроблення найбільш ефективних, економічно вигідних сівозмін з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов та виробничої спеціалізації господарств.

### **Література**

1. *Бойко П.І., Коваленко Н.П.* Методика сучасних і перспективних досліджень у землеробстві // Вісник аграрної науки. – 2008. - № 2. – С. 11-17.
2. *Деревицкий Н.Ф.* Опытное дело в растениеводстве. – Кишинев: Штиинца, 1962. – 616 с.
3. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1965. – 423 с.

4. Дудкин В.М., Бойко П.И. Методические рекомендации по разработке систем севооборотов для Степных и Лесостепных районов Европейской территории СССР. – Курск: ВАСХНИЛ, 1989. – 37 с.
5. Программа и методика исследований по заданию «Разработать научные основы и практические рекомендации для интенсивных специализированных севооборотов Украины и Молдавии // ВАСХНИЛ, МСХА им. К.А. Тимирязева. – М.: ВАСХНИЛ, 1979. – 38 с.

***П.И. Бойко. Методические основы полевых опытов по определению эффективности систем севооборотов.***

*Определенно современные и перспективные подходы относительно проведения и планирования научных исследований в длительных стационарных полевых опытах по севооборотам. Приведена методика полевых, лабораторных и вегетационных исследований, с помощью которой появляется возможность разработки наиболее перспективных, экономически выгодных, севооборотов с учетом почвенно-климатических условий и производственной специализации хозяйств.*

***Ключевые слова:*** планирование исследований, методика исследований, севообороты.

***P.I. Boiko. Methodical bases of the field experiments from determination of efficiency of the systems of crop rotations.***

*Certainly modern and perspective approaches in relation to a leadthrough and planning of scientific researches in the protracted stationary field experiments from crop rotations. The method of the field, laboratory and vegetation researches, by which possibility of development of the most perspective, economic advantageous, crop rotations appears taking into account ground-climatic terms and production specialization of economies, is resulted.*

***Keywords:*** planning of researches, the method of researches, crop rotations.