

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ДОБРИВ У СІВОЗМІНІ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Л. М. Десятник<sup>1</sup>, М. С. Шевченко<sup>1</sup>, Н. В. Швець<sup>1</sup>, С. М. Шевченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, 49027, Україна

<sup>2</sup> Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, 49027, Україна

Наведено аналіз експериментальних даних, одержаних в стаціонарному польовому дослід з вивчення ефективності мінеральних добрив на фоні мінімізації обробітку ґрунту та використання побічної органічної продукції. Встановлено, що вищий приріст урожайності за таких умов забезпечили пшениця озима і кукурудза на зерно, в той час як горох і ячмінь ярий суттєво поступалися їм за показниками продуктивності. Мінімізація основного обробітку ґрунту шляхом заміни оранки мілким розпушуванням ґрунту дисковими знаряддями і прямою сівною супроводжувалась зниженням фізичної окупності мінеральних добрив внаслідок локалізації їх у верхньому шарі чорнозему звичайного.

На підставі багатофакторного аналізу експериментальних даних розроблена модель алгоритмів екологічних, господарських і економічних показників. Встановлено, що значного підвищення ефективності використання мінеральних добрив можна добитися за рахунок вирощування високопродуктивних культур і розуцільнення орного шару. При значному різноманітті економічних показників в агротехнологічній схемі стаціонарного дослід по всіх фонах обробітку ґрунту і культурах сівозміни прибутковість виробництва від застосування добрив підвищувалась найбільш стабільно.

**Ключові слова:** добрива, сівозміна, обробіток ґрунту, ефективність, окупність, урожайність, пряма сімба.

Актуальність проблеми використання мінеральних добрив в сівозмінах набуває нового значення у зв'язку з необхідністю підтримання на належному рівні родючості ґрунтів, зменшення обсягів використання хімічних речовин, збільшення кількості застосування побічної органічної продукції, а також високими енергетичними затратами та посиленням споживання елементів живлення рослинами інтенсивних сортів сільськогосподарських культур. Значні корективи в ефективність використання мінеральних добрив вносять способи основного обробітку ґрунту, оскільки вони суттєво відрізняються один від одного щодо локалізації поживних елементів в орному шарі [1–3].

Мінеральні добрива повинні стати своєрідною ланкою рівноваги між виносом поживних елементів з ґрунту рослинами і рів-

нем еволюційного режиму підтримання родючості.

Ще більшого значення це питання набуває у зв'язку зі збільшенням експорту зерна, з яким вивозиться 1,5 млн т діючої речовини NPK, при тому, що на всю посівну площу зернових культур вноситься лише 1 млн т діючої речовини, що свідчить про суттєвий дисбаланс між виносом з урожаєм і внесенням поживних речовин у ґрунт [4–7].

В технологію і способи внесення мінеральних добрив корективи роблять економічні і енергетичні чинники, оскільки в структурі виробничих витрат у грошовому виразі добрива займають 20–30 %, а у витратах сукупної енергії – 40–45 % [8].

Для досягнення високих приростів урожаю культур сівозміни принциповим є позиційне розміщення добрив у профілі орного

### Інформація про авторів:

**Десятник Лідія Модестовна**, кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник, завідувач лаб. сівозмін та природоохоронних систем обробітку ґрунту, e-mail: [lidades1957@gmail.com](mailto:lidades1957@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-4087-5146>

**Шевченко Михайло Семенович**, доктор с.-г. наук, професор, завідувач відділу землеробства, e-mail: [inst\\_zerna@ukr.net](mailto:inst_zerna@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0002-6779-0292>

**Швець Наталія Володимирівна**, головний фахівець лаб. координації наукових досліджень та інтелектуальної власності e-mail: [inst\\_zerna@ukr.net](mailto:inst_zerna@ukr.net); <https://orcid.org/0000-0002-3113-7689>

**Шевченко Сергій Михайлович**, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри загального землеробства та ґрунтознавства, e-mail: [pik40@i.ua](mailto:pik40@i.ua), <https://orcid.org/0000-0002-1666-3672>

шару ґрунту відносно кореневої системи.

**Мета дослідження.** Враховуючи великі можливості стаціонарних сівозмін щодо створення наукової інформаційної бази та переваги в комплексності експериментальних даних, метою дослідження було встановлення впливу мінеральних добрив на продуктивність культур 5-пільної сівозміни залежно від способів основного обробітку ґрунту, мульчувальної біомаси, водовбирної здатності чорнозему, особливостей засвоєння поживних речовин окремими культурами.

Стаціонарні багатофакторні дослідження вивчення польових сівозмін дають можливість в контрольованому режимі охопити функціональне значення багатьох факторів і об'єктивно висвітлити особливості трансформації речовин в агробіоценозі на відміну від тимчасових експериментів, де принцип єдиної відмінності обмежує контроль значної кількості екологічних факторів. Зосередженість на одному чиннику, як правило, супроводжується відхиленням одержаних показників від реальної ситуації, оскільки фактор, що вивчається, виключається із зони впливу комплексу екологічних складових, які регулюють ефективність використання ресурсів.

Комплексні багаторічні стаціонарні дослідження уможливають не тільки фіксувати у повному обсязі зміни етапів еволюції агробіоценозів, а й з високим рівнем достовірності прогнозувати їхні кількісні і якісні параметри. Широкий спектр факторіальності дає можливість також уникнути односторонності висновків, що виникають при аналізі результатів однофакторних польових експериментів. За своєю науковою інформативністю стаціонарні дослідження є більш наближеними до теоретичного обґрунтування питань, що вивчаються, і мають більший ступінь підтвердження у результатах практичної діяльності в землеробстві. Як відомо, сумарний ефект від складання результатів, одержаних в однофакторних дослідженнях, суттєво завищує величину, яка формується в умовах всебічної взаємодії факторів у комплексному стаціонарі.

Серед різноманіття сучасних агросистемних заходів у землеробстві і технологічних комплексів діапазон показників ефективності мінеральних добрив дуже широкий, що унеможливорює побудувати зрозумілий графік залежності між урожайністю, дозами

і способами внесення добрив. Якщо 30–40 років тому 1 кг д. р. мінеральних добрив забезпечував приріст 5–9 кг зерна, то в сучасних умовах рівень окупності добрив зерновою продукцією підвищився до 20–30 кг і більше. Існують приклади, коли в посушливих умовах степової зони 210 кг/га д. р. NPK забезпечили приріст зерна кукурудзи лише 0,3 т/га, в той час як за достатнього зволоження в лісостеповій зоні за такої дози добрив цей показник збільшився на 4,2 т/га.

Для того щоб запобігти такій аморфності і невизначеності, дослідження з вивчення ефективності добрив потрібно спрямувати в системне русло для забезпечення логічного трактування експериментальних даних.

**Матеріали та методи дослідження.** Вивчення ефективності мінеральних добрив у разі використання рослинних решток провадилось в 5-пільній сівозміні (горох – пшениця озима – соняшник – ячмінь ярий – кукурудза на зерно) на фоні різних способів основного обробітку ґрунту (оранка, дисковий, мілкий, No-till). Мінеральні добрива вносили під основний обробіток ґрунту в дозі  $N_{45}P_{45}K_{45}$  з механічним перемішуванням їх в шарі ґрунту 0–23 см за полицевої оранки і в товщі чорнозему 0–12 см при обробці ґрунту дисковими батареями та локально стрічковим способом безпосередньо під час прямої сівби в необроблений ґрунт.

Органічна складова удобрення включала загортання в ґрунт рослинних решток всіх культур сівозміни масою 2–4 т/га, що за потенціалом гуміфікаційної здатності рівноцінно внесенню 8–14 т/га гною.

Враховуючи важливість питань просторового позиційного розміщення в ґрунті кореневої системи рослин та мінеральних добрив, в дослідженнях вивчали розшарування ґрунту за твердістю та глибиною його промочування після дощів різної інтенсивності шляхом використання твердоміра Рев'якіна.

**Результати дослідження.** Завдяки багатофакторній моделі стаціонарного дослідження вдалося встановити факторіальну роль у формуванні продуктивності рослин таких агроєкосистемних складових як добрива, обробіток ґрунту і погодні умови.

На підставі наших досліджень встановлено, що ефективність мінеральних добрив залежала не тільки від дози внесення, а й від

наявності мульчувального покриття, динаміки твердості ґрунту в профілі ріллі, інтенсивності промочування кореневмісного шару ґрунту. Тобто обов'язковими складовими високої ефективності добрив є поєднання фізіологічної якості поживних елементів і способів технологічного внесення для належного їх засвоєння рослинами сільськогосподарських культур.

У результаті проведених досліджень встановлено, що ефективність мінеральних добрив залежала не тільки від дози їх внесення, але й від культури, наявності органічних решток як сировини для гуміфікації та агрофізичної моделі орного шару.

Фізіологічні можливості сільськогосподарських культур щодо засвоєння елементів живлення залежали від тривалості вегетаційного періоду та здатності формувати загальну біологічну масу агроценозу. Як видно з таблиці 1, найвищий приріст урожайності (0,71–0,63 т/га) забезпечили пшениця озима і кукурудза на зерно, тобто культури з найвищим загальним рівнем урожайності. Справедливість даного судження підтверджують показники урожайності зерна ячменю ярого і гороху та реакція цих культур на застосуван-

ня основних елементів живлення; за мінімальної урожайності даних культур 3,09–3,36 т/га відповідно меншим був приріст їх зернової продуктивності – 0,42–0,52 т/га.

Переконаливою є також тенденція до зниження урожайності і її приростів по мірі зниження інтенсивності основного обробітку ґрунту при переході від оранки до системи No-till (табл. 1).

Так, при зниженні інтенсивності розпушування ґрунту простежувалось зменшення приросту урожайності зерна. На фоні оранки приріст урожаю кукурудзи на зерно становив 0,62 т/га, а за прямої сівби – лише 0,38 т/га.

При цьому була виявлена важлива особливість, суть якої полягає в тому, що за умови інтенсифікації поживного режиму, тобто застосування добрив, при мінімізації обробітку ґрунту невикористаний ефект від удобрення перевищує приріст урожайності від застосування  $N_{45}P_{45}K_{45}$ , одержаний на фоні полицевої оранки.

Типовою ілюстрацією цієї тези є приклад динаміки приросту урожайності пшениці озимої залежно від обробітку ґрунту. Так, недобір зерна цієї культури за прямої сівби на фоні внесення добрива становив 0,97 т/га

### 1. Ефективність мінеральних добрив в сівозміні залежно від способів обробітку ґрунту

Добрива, кг/га д. р.	Обробіток ґрунту				
	оранка на 20–22 см	чизельний на 14–16 см		No-till	
		фактично	± до оранки	фактично	± до оранки
Горох (попередник кукурудза)					
БД	2,67	2,36	-0,31	1,95	-0,72
$N_{45}P_{45}K_{45}$	3,09	2,78	-0,31	2,24	-0,85
± до БД	+0,42	+0,32		+0,29	
Пшениця озима (попередник горох)					
БД	5,04	4,90	-0,14	4,39	-0,65
$N_{45}P_{45}K_{45}$	5,75	5,53	-0,23	4,78	-0,97
± до БД	+0,71	+0,63		+0,39	
Соняшник					
БД	2,48	2,21	-0,27	2,01	-0,47
$N_{45}P_{45}K_{45}$	2,88	2,54	-0,34	2,29	-0,59
± до БД	+0,40	+0,33		+0,23	
Ячмінь ярий (попередник соняшник)					
БД	2,84	2,63	-0,21	2,23	-0,61
$N_{45}P_{45}K_{45}$	3,36	2,95	-0,41	2,51	-0,79
± до БД	+0,52	+0,32		+0,28	
Кукурудза					
БД	4,60	4,38	-0,22	4,25	-0,35
$N_{45}P_{45}K_{45}$	5,22	4,87	-0,35	4,63	-0,59
± до БД	+0,62	+0,49		+0,38	

порівняно з оранкою і був більшим, ніж на природному фоні без добрив, де різниця становила 0,65 т/га. Аналогічна оцінка експериментальних даних комплексної дії добрив і обробітку ґрунту виявилася універсальною для всіх культур сівозміни, тому можна вважати, що мінімізація основного обробітку призводить до збільшення невикористаного потенціалу добрив порівняно з оранкою.

Поглиблене уявлення про механізм особливостей реалізації ефективності добрив дає використання коефіцієнта фізичної окупності 1 кг вирощеного зерна на 1 кг добрив. Як найбільш інтегрований показник фізичної окупності добрив урожаєм, він уможлиблює зрозуміти закономірності розподілу позитивних складових у системі землеробства, в першу чергу, сівозмін і обробітку ґрунту.

Як виявилось найбільш поживнофільними є пшениця озима і кукурудза на зерно, які забезпечили фізичну окупність добрив на рівні 5,2; 4,6.

Напрямок показника фізичної окупності добрив в посівах пшениці озимої йшов по аг-

ротехнологічній траєкторії: полицева оранка – 5,2, мілкий дисковий обробіток – 4,7, пряма сівба – 2,9, а в посівах соняшника зниження окупності було таким: оранка – 3,0, дисковий – 2,4, No-till – 2,1 (табл. 2).

Таким чином, аналіз ефективності використання мінеральних добрив на основі оцінки величини урожайності, її порівняння у формі показників приросту і фізичної окупності добрив показав, що в сучасних багатofункціональних технологіях вирощування сільськогосподарських культур ефективність зольних елементів великою мірою визначають способи локації поживних елементів у ґрунті відносно кореневої системи рослин внаслідок застосування різних способів обробітку ґрунту.

Нашими дослідженнями встановлено, що однією з головних причин зниження ефективності мінеральних добрив при мінімізації обробітку ґрунту є значна неоднорідність орного шару за показниками твердості і наявність зони розподілу між розпушеним та суцільним горизонтами. Це, як правило, різ-

## 2. Фізична окупність мінеральних добрив культурами сівозміни залежно від обробітку ґрунту, кг зерна на кг добрив \*

Культура	Обробіток ґрунту		
	оранка на 25–27 см	дисковий 10–12 см	No-till
Горох	3,1	2,3	2,1
Пшениця озима	5,2	4,7	2,9
Соняшник	3,0	2,4	2,0
Ячмінь ярий	3,8	2,3	2,0
Кукурудза на зерно	4,6	3,6	2,9

\* Доза добрив під всі культури  $N_{45}P_{45}K_{45}$ .

кий перехід від твердості 10–15 кг/см<sup>2</sup> у розпушеній зоні до 25–30 кг/см<sup>2</sup> в ущільненому більш глибокому прошарку ґрунту.

Моніторинг твердості ґрунту після дощів показав, що на фоні оранки твердий шар ґрунту був на глибині 24 см, мілкового дискового обробітку – 18 і прямої сівби в необроблений ґрунт – 15 см. Одночасно рівень залягання ущільненого прошарку ґрунту свідчить про глибину промочування ріллі і активну вологокумулятивну здатність чорнозему.

Цей висновок зроблено на підставі визнаного наукового положення про високу корелятивну залежність між вологістю і твердістю ґрунту, яка досягає практично 1,0. За такого водно-фізичного стану ґрунту при міні-

мізації основного обробітку обмежувалася міграція поживних речовин в профіль ріллі і зменшувався об'єм кореневмісного шару у всіх культур сівозміни. Зменшення зони сприятливого життєзабезпечення кореневої системи супроводжувалось ростовою депресією, яка проявлялася протягом усього вегетаційного періоду. Так, наприклад, вже на початкових стадіях розвитку соняшника в фазі 5–6 пар листків у рослин спостерігалася деформація кореневої системи – стрижневий корінь давав горизонтальний лінійний приріст замість нормального вертикального.

Аналогічні морфологічні деформації з горизонтальним напрямком росту коріння та викривленням стебел спостерігалися також в

посівах ячменю ярого. Особливо страждали від переущільнення рослини на фоні прямої сівби.

### Висновок

Таким чином, розширений аналіз ефективності застосування мінеральних добрив на основі оцінки урожайності культур сівозміни і приросту урожаю залежно від факторів землеробства та фізичної окупності внесених поживних елементів урожаю показав, що ефективність добрив залежить від індивідуальної реакції окремих культур, способів основного обробітку та водно-фізичних властивостей ґрунту.

### Використана література

1. Актуальні сівозміни: новий погляд на класику: моногр. / Гадзало Я. М. та ін. Дніпро: ТОВ Роял Принт, 2017, 92 с.
2. Чабан В. І., Подобед О. Ю. Эффективность применения удобрений в интенсивных севооборотах степной зоны Украины. *Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основ. РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию» (Жодино, 5–6 июля 2017 г.)*. Минск: ИВЦ Минфина, 2017. С. 60–63.
3. Комплексне застосування мінеральних добрив і мікроелементів в землеробстві зони Степу України: наук.-практ. рекомендації / А. В. Черенков та ін.; ДУ Ін-т зерн. культур НААН України. Дніпро, 2017. 48 с.
4. Солодушко М. М., Солодушко В. П. Добрива восени. *Ландлорд*. 2017. № 11 (жовт.). С. 106–109.
5. Шевченко О. М., Приходько В. І., Шевченко С. М., Швець Н. В. Технологічні прийоми підвищення ефективності регулювання поживного режиму при вирощуванні кукурудзи. *Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степ. зони НААН України*. Дніпропетровськ, 2012. № 1. С. 46–50.
6. Азотная оптимизация / А. Горбатенко и др. *Зерно*. 2017. № 5 (134). С. 94–100.
7. Чабан В. І. Поживний режим ґрунту при вирощуванні зернових культур за системами No-till в зоні Степу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2014. Вип. 79. С. 35–41.
8. Чабан В. І., Подобед О. Ю. Зміни якості та родючості чорноземів Північного Степу за інтенсивного агропромислового використання. Теорія і практика ґрунтоохоронного моніторингу / за ред. М. М. Мірошніченка. Харків: ФОП Бровін О. В., 2016. С. 209–235.

### Referens

1. Gadzalo, Ya. M., Zaryshniak, A. S., Cherenkov, A. V. ... Shvets, N. V. (2017). *Aktualni sivozminy: novyi*

Як правило, вищий приріст урожайності від застосування мінеральних добрив забезпечують культури з високим потенціалом продуктивності – пшениця озима і кукурудза на зерно. Динаміка розподілу показників фізичної окупності добрив варіює в межах біологічної реакції сільськогосподарських культур на рівень їхнього ґрунтового живлення.

Мінімізація основного обробітку ґрунту шляхом заміни полицевої оранки на мілкий дисковий обробіток і No-till супроводжувалась зниженням окупності добрив внаслідок зменшення ґрунтового об'єму з бажаними агрофізичними показниками.

*pogliad na klasyku: monogr.* [Current crop rotation: A new look at the classics]. Dnipro: TOV Royal Print. [in Ukrainian]

2. Chaban, V. I., Podobied, O. Yu. (2017). *Efektivnost primeneniya udobreniy v intensivnykh sevooborotakh stepnoy zony Ukrainy. Strategiya i priority razvitiya zemledeliya i selekcii polevykh kultur v Belarusi: materialy Mezhdunar. nauk.-prakt. konf.* [Efficiency of fertilizer application in intensive crop rotation of the steppe zone of Ukraine]. [Strategy and priorities for the development of agriculture and the selection of field crops in Belarus: materials of the Int. Sci.-Pract. Conf. (pp. 60–63). July 5–6, 2017, Zhodino, Respublika Belarus. [in Russian]
3. Cherenkov, A. V., Shevchenko, M. S., Lebid, Ye. M. ... Bilokon, L. M. (2017); *Kompleksne zastosuvannia mineralnykh dobryv i mikroelementiv v zemlerobstvi zony Stepu Ukrainy* [Integrated application of mineral fertilizers and trace elements in the agriculture of the steppe of Ukraine: scient. and pract. recomm.]. Dnipro: N. p. [in Ukrainian]
4. Solodushko, M. M., Solodushko, V. P. (2017) Fertilizers in the fall. *Landlord* [Landlord], 11, 106–109. [in Ukrainian]
5. Shevchenko, O. M., Prykhodko, V. I., Shevchenko, S. M., Shvets, N. V. (2012). Technological methods of increasing the effectiveness of regulating the nutritional regime when growing corn. *Biuletyn Instytutu silskogo gospodarstva stepovoyi zony NAAN Ukrayiny* [Bulletin of the Institute of Agriculture of the steppe zone of the NAAS of Ukraine], 1, 46–50. [in Ukrainian]
6. Gorbatenko, A., Sudak, V., Chaban, V., Gasanova, I., Kolbasina, T. (2017). Nitrogen optimization. *Zerno* [Corn], 5 (134), 94–100. [in Russian]
7. Chaban, V. I. (2014). Nutrient regime of soil during growing of grain crops by systems No-till in the zone of the Steppe of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnyctvo* [Forage and feed production], 79, 35–41. [in Ukrainian]
8. Chaban, V. I., Podobied, O. Yu. (2016). Changes in the quality and fertility of Northern Gray Chernozem for intensive agricultural use. *Teoriya i praktyka gruntookhoronnogo monitoryngu* [Theory and practice of soil monitoring monitoring]. M. M. Miroshnichenko (Ed.). Kharkiv: FOP O. V. Brovin. 209–235. [in Ukrainian]

УДК 631.5:631.8

**Десятник Л. М., Шевченко М. С. Швець Н. В., Шевченко С. М. Эффективность использования удобрений в севообороте в зависимости от способов основной обработки почвы. Зерновые культуры. 2018. Т. 2. № 2. С. 324–329.**

<sup>1</sup> Государственное учреждение Институт зерновых культур НААН, ул. Владимира Вернадского, 14, г. Днепр, 49027, Украина

<sup>2</sup> Днепровский государственный аграрно-экономический университет, ул. Сергея Ефремова, 25, г. Днепр, 49027, Украина

Освещены экспериментальные данные, полученные в стационарном полевом опыте по изучению эффективности минеральных удобрений на фоне минимальной обработки почвы и использования побочной органической продукции. Установлено, что более высокий прирост урожайности в таких условиях сформировала пшеница озимая и кукуруза на зерно, в то время как горох и ячмень яровой существенно уступали им по показателям продуктивности. Минимизация основной обработки почвы путем замены вспашки мелким рыхлением почвы дисковыми орудиями и прямым посевом сопровождалась снижением физической окупаемости минеральных удобрений вследствие локализации их в верхнем слое чернозема обыкновенного.

На основании многофакторного анализа экспериментальных данных разработана модель алгоритмов экологических, хозяйственных и экономических показателей. Установлено, что значительного повышения эффективности использования минеральных удобрений можно достичь за счет выращивания высокопродуктивных культур и уменьшения плотности пахотного слоя. При значительном разнообразии экономических показателей в агротехнологической схеме стационарного опыта по всех фонах обработки почвы и культурах севооборота прибыль производства от применения удобрений повышалась наиболее стабильно.

**Ключевые слова:** удобрения, севооборот, обработка почвы, эффективность, окупаемость, урожайность, прямой посев.

UDC 631.5:631.8

**Desiatnyk L. M.<sup>1</sup>, Shevchenko M. S.<sup>1</sup>, Shvets N. V.<sup>1</sup>, Shevchenko S. M.<sup>2</sup> Efficiency of fertilizers using in crop rotation depending on the methods of basic soil cultivation. Grain Crops. 2018. 2 (2). 324–329.**

<sup>1</sup> SE Institute of Grain Crops of NAAS, 14 Volodymyr Vernadskyi Str., Dnipro, 49027, Ukraine

<sup>2</sup> Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University, 25 Serhiya Yefremova Str., Dnipro, 49027, Ukraine

The analysis of experimental results in a stationary field experiment on the study of the efficiency of mineral fertilizers on the background of minimization of soil cultivation and the use of by-products of organic products is presented. It was found that higher yields ensured winter wheat and corn for grain, while peas and barley grew considerably inferior to productivity. Minimization of the main cultivation of soil by replacing plows in shallow loosening with disk implements and direct sowing was accompanied by a decrease in the physical recoupage of mineral fertilizers due to localization in the upper layer of black earth.

On the basis of multivariate analysis of experimental data, a model of algorithms for ecological, economic and economic indicators was developed. It has been established that significant increase in the efficiency of mineral fertilizers can be achieved through the cultivation of high-yielding crops and the dilution of the arable soil layer. With a significant variety of economic indicators in the agrotechnological scheme of stationary experiments on all the backgrounds of soil cultivation and crop rotation, the indicators of profitability of production from the use of fertilizers grew most stably.

On the basis of the experimental data obtained, the principles of optimization of the mineral fertilizer dispersion model in the soil are developed, which can be effectively regulated by the movement of soil mass during soil cultivation. The model of maximum efficiency of mineral fertilizers is based on a uniform distribution of nutrients in the arable soil layer. The narrowing of the localization of the main elements of nutrition is accompanied by a decrease in the yield of crops of grain-growing crop rotation due to the formation of a smaller mass of the root system. Along with this, the negative effects of soil compaction when minimizing cultivation are manifested in the mechanical deformation of branching of the roots. Therefore, the advantage should be given to differentiated soil cultivation.

**Key words:** fertilizers, crop rotation, soil cultivation, efficiency, recoupage, productivity, direct sowing.