

## СТРУКТУРНИЙ СТАН ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ В СПЕЦІАЛІЗОВАНІЙ П'ЯТИПІЛЬНІЙ СІВОЗМІНІ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**І.Д. Прима**

доктор сільськогосподарських наук, професор

Білоцерківський національний аграрний університет (м. Біла Церква, Україна)

e-mail: ivan.prymak@btsau.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0094-3469>

**Н.М. Присяжнюк**

кандидат ветеринарних наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет (м. Біла Церква, Україна)

e-mail: natasha.prisjahnjuk@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4737-0143>

**Ю.В. Федорук**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет (м. Біла Церква, Україна)

e-mail: fedoruky\_4@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3921-7955>

**М.В. Войтовик**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет (м. Біла Церква, Україна)

e-mail: mvoitovyk@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8420-3222>

**А.А. Павліченко**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет (м. Біла Церква, Україна)

e-mail: andrii.pavlichenko@btsau.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5576-9931>

**О.М. Нагорнюк**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент, старший науковий співробітник

Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: onagornuk@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6694-9142>

У стаціонарному польовому досліді на чорноземі типовому глибокому середньосуглинковому дослідного поля Білоцерківського НАУ оструктуреність орного (0–30 см) шару істотно не відрізнялася за полицево-дискового, безполицево-дискового та диференційованого обробітків ґрунту. За дискового обробітку цей показник зменшився на 0,7%, не досягнувши НІР<sub>0,05</sub>. Проведення оранки під дві та одну культуру сівозміни усуває диференціацію орного шару ґрунту за вмістом водотривких агрегатів. У шарах ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см цей показник становив відповідно 65,3; 65,8 і 66,2% за полицево-дискового (контроль), 65,4; 66,2 і 67,1 — диференційованого, 61,0; 66,9 і 68,4 — безполицево-дискового та 60,2; 66,5 і 68,4% за дискового обробітків. Гетерогенність орного шару чорнозему типового проявляється найбільш виразно за дискового та децю слабше за безполицево-дискового обробітків ґрунту в сівозміні. Не зафіксовано посилення диференціації орного шару за оструктуреністю під впливом зростаючих норм внесених добрив. Різниця в оструктуреності верхнього шару ґрунту за безполицево-дискового і полицево-дискового обробітків становила 5,2% на початку та 3,4% в кінці вегетації культурних рослин на користь контролю. Нижній шар краще оструктурений за безполицево-дискового обробітку — на 2,6 і 1,7% відповідно. З підвищенням норм внесення добрив структурний стан ґрунту поліпшувався. Продуктивність сівозміни за полицево-дискового та диференційованого обробітків була практично на одному рівні, тоді як за безполицево-дискового та дискового обробітків — істотно нижча. У польовій п'ятипільній зерновій сівозміні рекомендовано глибоку культурну оранку лише під одну культуру (краще просапну), а під решту — дискування та чизелювання на різну глибину з урахуванням біологічних особливостей сільськогосподарських рослин.

**Ключові слова:** ґрунт, оранка, дискування, чизелювання, добрива, орний шар, культури, продуктивність.

## ВСТУП

Сприятливі агрофізичні властивості та режими ґрунтів — одна з обов'язкових умов прояву їхньої родючості та отримання високих і сталих урожаїв культурних рослин. Фізика ґрунту є одним із найважливіших розділів ґрунтознавства, від рівня розвитку якого залежить вирішення багатьох виробничих завдань, зокрема впровадження ресурсозберігаючих технологій обробітку ґрунту та застосування добрив [1; 2].

Значення агрофізичних властивостей ґрунту для відтворення його родючості майже ніколи не викликало сумніву, а сьогодні, у зв'язку з інтенсифікацією рільництва, стало ще важливішим. Є кілька причин, але найвагоміші з них дві: 1) погіршення агрофізичних показників родючості ґрунту внаслідок інтенсивнішого його обробітку, застосування мінеральних добрив, зрошення тощо; 2) оптимальний агрофізичний стан ґрунтів є запорукою запланованої віддачі від внесених добрив і меліорацій, які широко застосовуються у вітчизняному землеробстві.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У дослідках вітчизняних науковців другої половини ХІХ ст. структурний стан ґрунту за слонила щільність складення, за допомогою якої давали оцінку як фізичному стану ґрунту, такі і його змінам унаслідок антропогенного впливу. Поштовхом до такого підходу послужили праці І.Б. Ревута [3] та його послідовників, що мали велике значення в обґрунтуванні теоретичних і практичних основ мінімізації обробітку ґрунту, уточнення агрономічного до технологій і робочих органів ґрунтообробних знарядь. Проте, як вказує В.В. Медведєв, щільність складення не може повною мірою дати об'єктивну характеристику досить складному комплексу всіх фізичних процесів, що відбуваються в ґрунтовому середовищі, оскільки очевидні незначні діагностичні можливості цього показника [4]. Ще О.Г. Дояренко, висловлюючи критичні зауваження з цього приводу, віддавав перевагу дослідженням структурного стану та диференційованій пористості ґрунту порівняно зі щільністю складення [5].

Проте, якою б не важливою для рільництва була щільність складення, структурний стан ґрунтового середовища є його фундаментальною характеристикою, оскільки від нього залежать екологічні та продуктивні функції, а також водно-повітряний, тепловий і поживний режими, і навіть сама щільність складення. Здавалося б, що ці положення давно і добре відомі, однак їхня актуальність сьогодні зовсім не зменшилася, а, навпаки, зросла. Особливо

після того, як було доведено унікальне значення порогового простору агрегатів у підтриманні біорізноманіття, а структурного стану — у забезпеченні кореневої системи рослин вологою в посушливих районах та оборотності ґрунту й відтворенні його модальних властивостей після зняття навантаження [4].

Тепер, через більше ніж 80 років, необхідно уважніше ставитись до поетичних, захоплених і запальних оцінок оструктуреності в ґрунтознавстві, землеробстві та житті культурних рослин, які у свій час надав В.В. Вільямс [6]. Якщо відкинути деякі помилкові положення про унікальне значення оструктуреності в усіх без винятку умовах і травопільну систему землеробства як єдиноможливий шлях її підтримання та підвищення на всіх ґрунтах, то виявиться, що науковець загалом мав рацію: тільки структурний ґрунт здатний забезпечити оптимальний баланс між водним і повітряним режимом, підтримувати біологічну діяльність, забезпечити обмінні процеси та найкращі умови живлення рослин, менші енергетичні затрати на механічний обробіток, формувати оптимальні для рослин параметри будови, забезпечувати безперешкодне освоєння ґрунтового простору та проникнення кореневої системи рослин у глибки зволожені шари ґрунту.

Отже, тільки в оструктуреному ґрунті найбільшою мірою можуть бути реалізовані можливості адаптації сільськогосподарських культур до несприятливих умов середовища. Сказане вище справедливе для всіх ґрунтових відмін, за винятком піщаних (легких) ґрунтів, де через домінування великих частинок і недостатню кількість цементуючо-склеюючих компонентів процеси агрегації відсутні. Тому агрономічна діяльність і механічний обробіток ґрунту не повинні призводити до погіршення його структурного стану, гальмування процесів агрегації, оскільки разом із ними неминуче буде знижуватися родючість ґрунту [1; 4].

Згідно з класичними уявленнями, найбільш повно викладеними В.Р. Вільямсом, технологія механічного обробітку повинна забезпечувати створення потужного культурного оструктуреного шару ґрунту глибиною не менше 20 см [6]. Це досягається за допомогою обробітку полів плугом із передплужниками, коли добре оструктурені нижні шари залучаються в орний шар, поліпшуючи його. Ця теорія базувалася на тому, що в нижній частині орного шару ґрунту створюються сприятливі умови для формування гумусу, зволоження і структуроутворення. Користуючись беззаперечним авторитетом у партійних і державних органах, “головний агроном країни” і “вчений сталінської епохи” по суті справи був канонізований

державою. Багато пропозицій В.Р. Вільямса, не пройшовши виробничої перевірки, беззаперечно впроваджувались у життя. Трагічною була й абсолютизація агрономічно цінної структури та культурної оранки в родючості ґрунтів і, відповідно, універсальність травопільної системи рільництва як засобу її досягнення [7].

За останнє двадцятиріччя з'явилося досить багато наукових публікацій українських учених щодо позитивного впливу нульового обробітку, систем No-till, Strip-till на структурний стан ґрунту [8–11].

В Україні орієнтовна площа земель, придатна для нульового обробітку (прямої сівби), становить 5,65 млн га, а для поверхневого (дискування, чизелювання, розпушення плоскорізом) — 11,15 млн га. Поліпшення структурного стану ґрунту науковцями зафіксовано лише за довготривалого (не менше 10 років) нульового обробітку в дослідках [11].

На сьогодні у вітчизняному рільництві існують різні погляди щодо необхідності застосування оранки. Певна частина науковців і виробників постійно наголошує на техніко-економічній та агротехнічній (зниження родючості ґрунту) недоцільності й навіть шкідливості цього заходу механічного обробітку. Так, ще на початку минулого століття І.Є. Овсінський, якого вважають основоположником безплужного землеробства (поверхневого обробітку ґрунту), пропонував здійснювати оранку лише один раз. У своїй праці “Нова система землеробства”, вперше виданій польською мовою в журналі “Селянин і підприємець” у 1898 р., він зазначає, що “глибока оранка — це псування ґрунту або непродуктивне витрачання добрив; тільки у виняткових випадках вона може бути проведена один раз як меліоративний (поліпшувачий) засіб. Це має місце тоді, коли верхній шар ґрунту відрізняється якостями і можна його поліпшити землею, вилученою з ґрунту” [12].

За В.Р. Вільямсом, першим завданням продуктивного рільництва є одночасне забезпечення рослин водою та елементами живлення, що можливе лише на оструктурених ґрунтах, які складаються з агрегатів діаметром від 1 до 10 мм за допомогою перегнійних речовин (гумусу). У безструктурному (розпорошеному) ґрунті агрегати не зв'язані між собою та залягають суцільною масою. Гумус практично відсутній або знаходиться у недіяльному стані. Вода й поживні речовини є антагоністами, а пори між агрегатами заповнені вологою (мінералізація органічної речовини може взагалі не відбуватися) або повітрям (інтенсивна мінералізація, але за відсутності води рослини позбавлені можливості ефективно використовувати елементи зольного та азотного живлення) [13].

Погіршити структурний стан ґрунту, зокрема, шляхом ущільнення рушіями машинотракторних агрегатів, маса яких стає дедалі більшою, досить легко, а от відновити його — доволі проблематично. Останнє пов'язано з тим, що розпушування поверхневого шару ґрунту з пористістю нижчою 50% після проходження рушіїв не відновлює відразу цей показник до оптимальних значень, оскільки вони пов'язані з життєдіяльністю ґрунтової біоти, для якої необхідні відповідні умови та час для відновлення. Крім того, при переущільненні ґрунту значна частина діяльного гумусу переходить у недіяльний стан, що спричиняє зниження родючості ґрунту [14].

Структурний стан верхнього (0–10 см) шару ґрунту, а отже, й родючість, під впливом атмосферного повітря, що посилює мінералізацію гумусу, опадів, які сприяють заміщенню в ґрунтовому вбирному комплексі катіонів  $\text{Ca}^{2+}$  катіоном  $\text{NH}_4^+$ , а також механічного обробітку з часом погіршуються [6; 13]. Цей процес є закономірним, його можна лише уповільнити, що категорично заперечують прихильники системи No-till [8; 9; 15; 16].

Другим завданням продуктивного рільництва, як вказує В.Р. Вільямс, є періодичне (а не щорічне) відновлення культурною оранкою водотривкої структури ґрунту, тривалість якого може становити декілька вегетаційних періодів [13].

На думку провідних учених-аграріїв України [14; 17], цю періодичність повинні визначати рільники за даними коефіцієнта оструктуреності ґрунту методом Н.І. Саввінова (ДСТУ 4744:2007) [18; 19]. Культурна оранка рекомендується, якщо коефіцієнт структурності верхнього шару (0–10 см) ґрунту нижчий за 0,67 [14; 17]. Використання плуга без передплужників технологічно виправдано лише за умови загортання гною чи вапна в ґрунт [20]. В інших випадках, навіть на чистих від бур'янів полях, обробіток плугами без передплужників призводить лише до перемішування верхнього (безструктурного) та нижнього (недостатньо оструктуреного) шарів ґрунту, що поступово погіршує структурний стан всього орного шару. Як наслідок, він стає гомогенним, тоді як при культурній оранці шар залишається гетерогенним [14].

Науковці констатують, що обов'язковою умовою відновлення структури ґрунту є періодичне застосування плугів із передплужниками або двоярусних плугів. Швидкість руху орного агрегату має становити не менше 7,9 км/год за використання культурних полиць. За меншої швидкості ефективнішими є напівгвинтові полиці. За умов достатнього зволоження оранку пропонують проводити відразу після збирання

урожаю, що забезпечує анаеробний процес розкладання рослинних решток, за якого утворюється більше гумусу, а отже, й водотривких ґрунтових агрегатів [14].

Таким чином, взаємне переміщення плугом двох шарів ґрунту місцями унеможливило їх перемішування, що є принципово неприпустимим, оскільки в цьому випадку розпорошений верхній шар ґрунту поступово “розбавлятиме” нижній оструктурований шар. Розглядаючи три основні способи втрат гумусу (біологічний, фізико-хімічний і механічний), науковці надають вирішальну роль цементуючо-склеювальним властивостям гумусу в утворенні водотривкої агрономічно цінної структури ґрунту. Водночас вони наголошують на необхідності ізоляції верхнього шару від впливу атмосферного повітря та води шляхом переміщення плугом в анаеробні умови, на місце нижнього, оструктурованого шару. Як зазначають вітчизняні вчені, розв'язати це завдання, хоча й частково, можна за допомогою мульчування, оскільки далеко не завжди вдається створити потужний мульчуючий шар [17].

У багаторічних польових стаціонарних дослідках Харківського НАУ за постійного безпліцевого обробітку та періодичної оранки на тлі мінімального дискового обробітку в семипільній зернопаропросапній сівоzmіні спостерігалось підвищення вмісту агрономічно цінних водотривких агрегатів в орному шарі чорнозему типового малогумусного на 3–4% порівняно з оранкою. За мінімальних технологій найбільш інтенсивне поліпшення оструктурованості ґрунту спостерігалось нижче глибини оброблюваного шару. При цьому найкращий структурний стан було зафіксовано за нульового обробітку, де вміст водотривких агрегатів у посівному та орному шарах був на 12 і 11% вищий відповідно порівняно з оранкою [21]. Науковець М.В. Шевченко зазначає необхідність періодичної оранки після тривалого дискового чи безпліцевого обробітку з метою заміни верхнього розпиленого (знеструктурованого) шару нижнім оструктурованим з часом шаром ґрунту. Вплив умісту агрономічно цінних сухих агрегатів залежно від систем основного обробітку ґрунту на продуктивність зернової сівоzmіні є незначним. Після тривалого застосування мінімального та нульового обробітку водотривкість ґрунтової структури орного шару відновилася до відмінного стану [22].

В агроценозі пшениці ярої найвищий коефіцієнт структурності орного шару дерново-підзолистого ґрунту Передкарпаття України за мілкого (8–10 см) дискового обробітку порівняно з пліцевим на 20–22 см [23].

В орному (0–30 см) шарі чорнозему типового малогумусного на Київщині найвищий вміст

агрономічно цінних агрегатів зафіксований за дискового обробітку на глибину 12–14 і 6–8 см — 68,4 і 69,5% відповідно; за обробітку на глибину 20–22 см чизелем і плугом цей показник становив 68,4 і 66, 5% відповідно [24].

Структурний стан чорнозему типового глибокого середньо-суглинкового найкращий за пліцево-безпліцевого обробітку, який і рекомендований для виробництва в польовій десятипільній сівоzmіні. Він передбачає проведення за ротаційний період глибокої оранки під соняшник і буряки цукрові, мілкого безпліцевого обробітку під пшеницю озиму після кукурудзи на силос і сої та різноглибинного розпушування чизелем під решту культур сівоzmіні [25].

У дослідках Інституту сільського господарства Степової зони НААН України структурний стан чорнозему звичайного важкосуглинкового поліпшувався за висхідною системою основного обробітку: пліцева — диференційована — мульчувальна. Вміст агрономічно цінних агрегатів на 5–10% вищий, а коефіцієнт структурності — у 1,5–2 рази більший за мульчувального, ніж за пліцевого обробітку в короткоротаційних сівоzmінах Північного Степу України [26].

На чорноземі типовому малогумусному середньосуглинковому дослідного поля НУБіП України в типовій польовій зернопросапній десятипільній сівоzmіні вміст водотривких агрегатів був істотно вищим порівняно з диференційованим обробітком (контроль): у шарі 0–10 см — за пліцево-безпліцевого обробітку (на 3%), у шарі 10–20 см — за пліцевим і поверхневим (на 8–14%), у шарі 20–30 см — за поверхневим (на 19%). Найкращий структурний стан орного (0–30 см) шару ґрунту зафіксовано за пліцево-безпліцевого обробітку, що передбачає оранку ярусним плугом під буряки цукрові раз на 4–5 років упродовж ротаційного періоду сівоzmіні і обробіток плікорізами та дисковими знаряддями під решту культур [27].

**Мета статті** — вивчити вплив трирічного (2020–2022 рр.) застосування різних систем механічного обробітку на оструктурованість чорнозему типового та продуктивність польової зернової п'ятипільної сівоzmіні.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальна робота проводилася на чорноземі типовому глибокому середньосуглинкового гранулометричного складу в стаціонарній короткоротаційній сівоzmіні. Повторність дослідження на дослідному полі Білоцерківського НАУ — триразова. Площа елементарних посівних ділянок становила 171 м<sup>2</sup>, а облікових — 112 м<sup>2</sup>.

Структурний стан чорнозему типового за різних систем основного обробітку в спеціалізованій п'ятипільній сівоzmіні правобережного лісостепу України

Повторення в полях сівоzmіні розміщені систематично: ділянки першого порядку (з різними варіантами обробітку) — в один ярус, а ділянки другого порядку (норми добрив) — у чотири яруси послідовно. У кожному полі було по 48

елементарних ділянок, а загалом у сівоzmіні — 240.

Схема дослідів передбачала вивчення чотирьох систем основного обробітку та удобрення чорнозему типового (табл. 1, 2).

Таблиця 1

## Система основного обробітку ґрунту в сівоzmіні

| № поля | Культури сівоzmіні      | Варіанти основного обробітку ґрунту       |                                               |                              |                            |
|--------|-------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
|        |                         | I<br>полицево-<br>дисковий<br>(контроль)  | II<br>безполицево-<br>дисковий<br>(чизельний) | III<br>диферен-<br>ційований | IV<br>дисковий<br>(мілкий) |
|        |                         | Глибина (см) і знаряддя обробітку ґрунту* |                                               |                              |                            |
| 1      | Горох                   | 18–20 (п)                                 | 18–20 (г)                                     | 18–20 (г)                    | 10–12 (д.б.)               |
| 2      | Пшениця озима           | 8–10 (д.б.)                               | 8–10 (д.б.)                                   | 8–10 (д.б.)                  | 8–10 (д.б.)                |
|        | Гірчиця біла на сидерат | 10–12 (д.б.)                              | 10–12 (д.б.)                                  | 10–12 (д.б.)                 | 10–12 (д.б.)               |
| 3      | Кукурудза               | 25–27 (п)                                 | 25–27 (г)                                     | 25–27 (п)                    | 10–12 (д.б.)               |
| 4      | Гречка                  | 10–12 (д.б.)                              | 10–12 (г)                                     | 10–12 (г)                    | 10–12 (д.б.)               |
| 5      | Пшениця озима           | 6–8 (д.б.)                                | 6–8 (д.б.)                                    | 6–8 (д.б.)                   | 6–8 (д.б.)                 |
|        | Гірчиця біла на сидерат | 10–12 (д.б.)                              | 10–12 (д.б.)                                  | 10–12 (д.б.)                 | 10–12 (д.б.)               |

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

Примітка: \*п — плуг ПЛН-3–35; г — глибокорозпушувач (чизель) ГР-3, 4; д.б. — дискова борона БДВ-3.

Таблиця 2

## Норми мінеральних добрив під культури польової сівоzmіні

| № поля | Культури сівоzmіні      | Системи<br>(рівні, норми)<br>удобрення | Мінеральні<br>добрива, кг/га д.р. |     |     |
|--------|-------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|-----|-----|
|        |                         |                                        | N                                 | P   | K   |
| 1      | Горох                   | 0                                      |                                   |     |     |
|        |                         | 1                                      | 30                                |     |     |
|        |                         | 2                                      | 30                                | 30  | 30  |
|        |                         | 3                                      | 30                                | 30  | 50  |
| 2      | Пшениця озима           | 0                                      |                                   |     |     |
|        |                         | 1                                      | 60                                | 60  | 60  |
|        |                         | 2                                      | 90                                | 60  | 90  |
|        |                         | 3                                      | 120                               | 60  | 90  |
|        | Гірчиця біла на сидерат | 0                                      |                                   |     |     |
|        |                         | 1                                      | 30                                | 30  | 30  |
|        |                         | 2                                      | 60                                | 30  | 60  |
|        |                         | 3                                      | 80                                | 60  | 80  |
| 3      | Кукурудза               | 0                                      |                                   |     |     |
|        |                         | 1                                      | 60                                | 60  | 60  |
|        |                         | 2                                      | 90                                | 90  | 90  |
|        |                         | 3                                      | 110                               | 110 | 110 |
| 4      | Гречка                  | 0                                      |                                   |     |     |
|        |                         | 1                                      | 30                                | 30  | 30  |
|        |                         | 2                                      | 50                                | 30  | 50  |
|        |                         | 3                                      | 70                                | 30  | 70  |
| 5      | Пшениця озима           | 0                                      |                                   |     |     |
|        |                         | 1                                      | 80                                | 60  | 80  |
|        |                         | 2                                      | 110                               | 60  | 80  |
|        |                         | 3                                      | 140                               | 60  | 100 |

Закінчення таблиці 2

| № поля | Культури сівозміни      | Системи (рівні, норми) удобрення | Мінеральні добрива, кг/га д.р. |    |    |
|--------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----|----|
|        |                         |                                  | Н                              | Р  | К  |
| 5      | Гірчиця біла на сидерат | 0                                |                                |    |    |
|        |                         | 1                                | 30                             | 30 | 30 |
|        |                         | 2                                | 60                             | 30 | 60 |
|        |                         | 3                                | 80                             | 60 | 80 |

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

Як добрива використовували напівперепрілий гній великої рогатої худоби, зелену масу гірчиці білої, побічну продукцію гороху, кукурудзи і гречки, аміачну селітру, простий гранульований суперфосфат, калійну сіль. В удобрених варіантах агрофітоценозу кукурудзи вносили гній в нормі 30 т/га. Структуру ґрунту визначали за методом І.М. Бакшесєва [28].

За нульової системи удобрення гній і мінеральні добрива не вносили; за першої системи на кожен гектар ріллі сівозміни вносили 6 т гною +  $N_{64}P_{54}K_{58}$ , за другої — 6 т гною +  $N_{98}P_{66}K_{92}$ , а за третьої — 6 т гною +  $N_{126}P_{82}K_{116}$ .

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В агрофітоценозі гороху вміст водотривких агрегатів в орному (0–30 см) шарі чорнозему типового за внесення нульової, першої, другої та третьої систем удобрення становив відповідно 57,0; 60,1; 62,1 і 63,5% у фазі сходів та 59,8; 62,7; 64,9 і 66,7% у фазі господарської стиглості зерна за полицево-дискового обробітку; 55,9; 59,1; 61,3

і 62,9 та 58,9; 61,7; 63,9 і 65,7% — безполицево-дискового; 58,1; 61,7; 64,2 і 65,9 та 60,7; 63,7; 66,2 і 68,2 — диференційованого; 56,2; 59,3; 61,3 і 62,7 та 59,3; 61,9; 64,0 і 65,6% — за дискового обробітку в сівозміні. Середнє значення цього показника ґрунтової родючості у фазах сходів і господарської стиглості зерна становило відповідно 60,7 і 63,5% за полицево-дискового обробітку, 59,8 і 62,6 — безполицево-дискового, 62,5 і 64,7 — диференційованого, 59,9 і 62,7% — за дискового обробітку. У середньому за вегетацію бобової рослини водотривкість ґрунтової структури за вказаних вище варіантів обробітку становила відповідно 62,1; 61,2; 63,6 і 61,8% (табл. 3).

Таким чином, як у фазі сходів, так і у фазі господарської стиглості зерна бобової рослини вміст водотривких агрегатів в орному шарі чорнозему типового нижчий на 0,8% за дискового і на 0,9% за безполицево-дискового обробітків та вищий відповідно на 1,8 і 1,2% за диференційованого обробітку, ніж на контролі.

З підвищенням рівня внесених добрив на ділянках диференційованого обробітку спос-

Таблиця 3

### Оструктуреність ґрунту під культурами сівозміни за різних систем обробітку та удобрення, % водотривких агрегатів

| Фази росту та розвитку рослин                              | Системи (рівні) удобрення | Варіанти (системи) основного обробітку ґрунту |       |       |                            |       |       |                         |       |       |                |       |       |
|------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------|-------|-------|----------------------------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
|                                                            |                           | I<br>полицево-дисковий<br>(контроль)          |       |       | II<br>безполицево-дисковий |       |       | III<br>диференційований |       |       | IV<br>дисковий |       |       |
|                                                            |                           | Шар ґрунту, см                                |       |       |                            |       |       |                         |       |       |                |       |       |
|                                                            |                           | 0–10                                          | 10–20 | 20–30 | 0–10                       | 10–20 | 20–30 | 0–10                    | 10–20 | 20–30 | 0–10           | 10–20 | 20–30 |
| Горох                                                      |                           |                                               |       |       |                            |       |       |                         |       |       |                |       |       |
| Сходи<br>НІР <sub>0,05</sub> = 0,8%                        | 0                         | 56,9                                          | 57,2  | 57,0  | 50,3                       | 58,5  | 59,0  | 58,3                    | 58,3  | 57,8  | 52,3           | 58,0  | 58,3  |
|                                                            | 1                         | 60,4                                          | 60,2  | 59,6  | 54,3                       | 61,2  | 61,8  | 62,7                    | 61,7  | 60,7  | 54,9           | 61,2  | 61,8  |
|                                                            | 2                         | 62,7                                          | 62,0  | 61,7  | 56,3                       | 63,5  | 64,0  | 65,5                    | 63,8  | 63,2  | 56,6           | 63,2  | 64,1  |
|                                                            | 3                         | 64,3                                          | 63,2  | 63,1  | 58,2                       | 64,9  | 65,6  | 67,4                    | 65,4  | 64,9  | 57,8           | 64,7  | 65,7  |
| Господарська стиглість зерна<br>НІР <sub>0,05</sub> = 0,9% | 0                         | 58,6                                          | 59,8  | 61,1  | 53,1                       | 61,0  | 62,7  | 59,2                    | 60,6  | 62,2  | 54,6           | 60,3  | 62,9  |
|                                                            | 1                         | 61,7                                          | 62,9  | 63,4  | 56,7                       | 63,7  | 64,8  | 62,5                    | 64,0  | 64,7  | 57,2           | 63,6  | 64,9  |
|                                                            | 2                         | 64,2                                          | 65,1  | 65,5  | 59,5                       | 65,7  | 66,6  | 65,2                    | 66,4  | 67,0  | 59,2           | 66,0  | 66,8  |
|                                                            | 3                         | 66,2                                          | 66,7  | 67,3  | 61,7                       | 67,3  | 68,2  | 67,4                    | 68,1  | 69,0  | 60,7           | 67,7  | 68,4  |

Структурний стан чорнозему типового за різних систем основного обробітку в спеціалізованій п'ятипільній сівозміні правобережного лісостепу України

Закінчення таблиці 3

| Фази росту та розвитку рослин                              | Системи (рівні) удобрення | Варіанти (системи) основного обробітку ґрунту |       |       |                            |       |       |                         |       |       |                |       |       |
|------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------|-------|-------|----------------------------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
|                                                            |                           | I<br>полицево-дисковий (контроль)             |       |       | II<br>безполицево-дисковий |       |       | III<br>диференційований |       |       | IV<br>дисковий |       |       |
|                                                            |                           | Шар ґрунту, см                                |       |       |                            |       |       |                         |       |       |                |       |       |
|                                                            |                           | 0–10                                          | 10–20 | 20–30 | 0–10                       | 10–20 | 20–30 | 0–10                    | 10–20 | 20–30 | 0–10           | 10–20 | 20–30 |
| Пшениця озима (після гороху)                               |                           |                                               |       |       |                            |       |       |                         |       |       |                |       |       |
| Кущення<br>НІР <sub>0,05</sub> = 1,0%                      | 0                         | 59,1                                          | 60,8  | 62,6  | 53,7                       | 61,9  | 64,4  | 59,3                    | 61,3  | 63,2  | 52,9           | 62,1  | 65,3  |
|                                                            | 1                         | 62,1                                          | 63,7  | 64,8  | 57,3                       | 64,9  | 66,8  | 61,7                    | 64,1  | 65,6  | 56,4           | 65,2  | 67,7  |
|                                                            | 2                         | 64,7                                          | 65,9  | 66,8  | 60,4                       | 67,2  | 69,0  | 64,5                    | 66,4  | 67,7  | 59,6           | 67,5  | 70,2  |
|                                                            | 3                         | 66,7                                          | 67,5  | 68,6  | 62,6                       | 69,0  | 71,0  | 67,0                    | 68,1  | 69,6  | 62,1           | 69,3  | 72,1  |
| Повна стиглість зерна<br>НІР <sub>0,05</sub> = 1,1%        | 0                         | 61,4                                          | 62,5  | 63,3  | 57,0                       | 63,5  | 64,8  | 61,1                    | 63,0  | 64,0  | 56,1           | 63,4  | 65,5  |
|                                                            | 1                         | 64,6                                          | 65,8  | 67,0  | 60,6                       | 66,7  | 68,3  | 65,0                    | 66,4  | 67,8  | 59,6           | 66,9  | 69,5  |
|                                                            | 2                         | 67,0                                          | 68,2  | 69,0  | 63,4                       | 69,0  | 70,0  | 66,8                    | 68,8  | 70,0  | 62,4           | 69,4  | 71,9  |
|                                                            | 3                         | 69,1                                          | 70,3  | 71,7  | 65,7                       | 71,0  | 72,6  | 69,5                    | 71,0  | 72,6  | 64,9           | 71,6  | 75,0  |
| Кукурудза                                                  |                           |                                               |       |       |                            |       |       |                         |       |       |                |       |       |
| Сходи<br>НІР <sub>0,05</sub> = 1,1%                        | 0                         | 62,8                                          | 60,1  | 58,6  | 57,0                       | 61,1  | 61,5  | 62,3                    | 60,6  | 59,4  | 56,0           | 60,7  | 61,4  |
|                                                            | 1                         | 67,1                                          | 63,3  | 60,2  | 60,6                       | 64,6  | 64,9  | 66,5                    | 62,8  | 60,9  | 59,7           | 63,2  | 64,1  |
|                                                            | 2                         | 69,3                                          | 64,9  | 61,3  | 62,1                       | 66,7  | 67,2  | 68,7                    | 64,1  | 60,5  | 61,5           | 65,4  | 65,8  |
|                                                            | 3                         | 70,7                                          | 65,9  | 62,0  | 63,1                       | 67,3  | 68,4  | 70,0                    | 65,2  | 62,8  | 62,4           | 65,7  | 67,3  |
| Повна стиглість зерна<br>НІР <sub>0,05</sub> = 1,0%        | 0                         | 60,7                                          | 61,2  | 62,0  | 57,9                       | 61,9  | 63,8  | 60,0                    | 61,3  | 62,7  | 56,2           | 60,6  | 63,1  |
|                                                            | 1                         | 64,7                                          | 65,8  | 66,8  | 61,1                       | 66,7  | 69,3  | 64,1                    | 66,2  | 67,4  | 59,6           | 65,2  | 68,9  |
|                                                            | 2                         | 66,7                                          | 68,1  | 69,5  | 62,6                       | 69,4  | 72,3  | 66,4                    | 68,5  | 70,0  | 60,9           | 67,6  | 72,3  |
|                                                            | 3                         | 68,5                                          | 70,6  | 72,2  | 63,8                       | 72,3  | 75,4  | 68,0                    | 71,2  | 72,6  | 62,1           | 70,0  | 75,3  |
| Гречка                                                     |                           |                                               |       |       |                            |       |       |                         |       |       |                |       |       |
| Сходи<br>НІР <sub>0,05</sub> = 0,8%                        | 0                         | 61,5                                          | 63,0  | 64,8  | 57,2                       | 64,0  | 67,1  | 61,0                    | 63,5  | 65,3  | 54,7           | 64,2  | 65,8  |
|                                                            | 1                         | 63,6                                          | 64,6  | 66,6  | 58,4                       | 66,0  | 69,1  | 63,2                    | 64,9  | 67,1  | 57,2           | 65,8  | 68,6  |
|                                                            | 2                         | 66,7                                          | 67,2  | 68,1  | 60,7                       | 68,8  | 70,2  | 66,1                    | 67,6  | 68,7  | 59,7           | 68,2  | 70,9  |
|                                                            | 3                         | 68,5                                          | 69,7  | 70,5  | 62,6                       | 70,7  | 71,7  | 68,0                    | 70,2  | 71,1  | 61,2           | 70,7  | 73,0  |
| Господарська стиглість зерна<br>НІР <sub>0,05</sub> = 0,8% | 0                         | 64,1                                          | 64,6  | 65,2  | 61,6                       | 65,2  | 66,6  | 63,5                    | 65,0  | 66,0  | 60,1           | 65,0  | 66,2  |
|                                                            | 1                         | 67,6                                          | 68,4  | 69,2  | 64,6                       | 69,4  | 71,0  | 67,1                    | 68,7  | 69,7  | 63,8           | 68,9  | 69,8  |
|                                                            | 2                         | 70,1                                          | 71,3  | 72,1  | 66,9                       | 72,6  | 73,9  | 69,6                    | 71,6  | 72,7  | 66,1           | 72,0  | 73,1  |
|                                                            | 3                         | 71,5                                          | 72,9  | 74,0  | 68,6                       | 74,4  | 76,1  | 71,1                    | 72,3  | 73,5  | 67,3           | 73,5  | 75,0  |
| Пшениця озима (після гречки)                               |                           |                                               |       |       |                            |       |       |                         |       |       |                |       |       |
| Кущення<br>НІР <sub>0,05</sub> = 0,8%                      | 0                         | 63,0                                          | 64,0  | 64,8  | 60,4                       | 65,1  | 66,4  | 62,6                    | 64,0  | 65,4  | 57,9           | 64,8  | 65,9  |
|                                                            | 1                         | 65,8                                          | 67,2  | 68,1  | 63,0                       | 68,2  | 69,8  | 65,2                    | 67,4  | 68,9  | 61,4           | 67,8  | 69,4  |
|                                                            | 2                         | 68,0                                          | 69,6  | 70,5  | 65,6                       | 70,4  | 71,7  | 67,5                    | 69,3  | 71,5  | 63,5           | 70,4  | 72,0  |
|                                                            | 3                         | 69,8                                          | 71,3  | 72,2  | 66,8                       | 72,4  | 73,8  | 69,4                    | 70,8  | 73,3  | 65,5           | 72,2  | 73,2  |
| Повна стиглість зерна<br>НІР <sub>0,05</sub> = 0,9%        | 0                         | 64,2                                          | 65,1  | 65,7  | 62,7                       | 65,5  | 66,6  | 64,0                    | 64,9  | 66,2  | 61,4           | 66,1  | 67,2  |
|                                                            | 1                         | 66,9                                          | 68,2  | 68,9  | 65,6                       | 68,5  | 70,0  | 66,6                    | 67,9  | 69,5  | 64,6           | 68,8  | 69,9  |
|                                                            | 2                         | 68,9                                          | 70,4  | 71,2  | 67,7                       | 70,8  | 72,0  | 68,6                    | 69,9  | 71,9  | 66,7           | 70,9  | 72,3  |
|                                                            | 3                         | 70,9                                          | 72,4  | 73,4  | 69,9                       | 72,9  | 74,1  | 70,7                    | 72,0  | 74,3  | 68,9           | 72,9  | 74,3  |

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

терігається збільшення різниці в оструктурності орного шару порівняно з контролем. Так, за нульової, першої, другої та третьої систем удобрення вона становила відповідно 1,1; 1,6; 2,1 і 2,4% на користь третього варіанта обробітку.

За безполицево-дискового та дискового обробітків зафіксована виразна профільна диференціація орного шару чорнозему типового за вмістом водотривких агрегатів у різних його частинах, на яку останнім часом звернули увагу провідні вчені-аграрії України [14]. Крім

того, вітчизняні науковці вказали на причини обов'язкової різноякісності орного шару за оструктуреністю [17], що є сигналом до більш глибокого та всебічного вивчення цієї проблеми, пов'язаної з агрофізичною деградацією українських чорноземів [29].

У фазі сходів гороху цей показник у шарах ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см становив відповідно 61,1; 60,7 і 60,4% за полицево-дискового обробітку; 54,8; 62,0 і 62,6% — безполицево-дискового; 63,5; 62,3 і 61,7% — диференційованого; 55,4; 61,8 і 62,5% — дискового обробітку. У фазі господарської стиглості зерна оструктуреність вищезгаданих шарів ґрунту становила відповідно 62,7; 63,6 і 64,3% у першому варіанті обробітку; 57,8; 64,4 і 65,6 — другому; 63,6, 64,8 і 65,7 — третьому; 57,9, 64,4 і 65,8% — у четвертому варіанті обробітку.

Переважа полицево-дискового обробітку над безполицево-дисковим і дисковим спостерігалася лише за рахунок верхньої (0–10 см) частини орного шару. Оструктуреність його середньої (10–20 см) та нижньої (20–30 см) частин відповідно на 0,8 і 1,3–1,5% вища на контролі. Загалом за вегетацію гороху цей показник у верхньому шарі ґрунту на 5–6% вищий, а в середньому та нижньому шарах відповідно на 1 і 2% нижчий за полицево-дискового, ніж безполицево-дискового та дискового обробітків.

Уміст водотривких агрегатів у шарах ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см відповідно на 2,4; 1,6 і 1,3% у фазі сходів рослин гороху та на 0,9; 1,2 і 1,4% у фазі господарської стиглості зерна був вищий за диференційованого обробітку порівняно з полицево-дисковим.

Середній показник оструктуреності шарів ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см упродовж вегетації бобової рослини становив відповідно 61,9; 62,2 і 62,4% за полицево-дискового обробітку; 56,3, 63,2 і 64,1 — безполицево-дискового; 63,6, 63,6 і 63,7 — диференційованого; 56,7, 63,1 і 64,2% за дискового обробітку в сівозміні.

Із підвищенням норм добрив уміст водотривких агрегатів в орному шарі зростає. За нульової, першої, другої та третьої систем удобрення він становив відповідно 56,8; 60,1; 62,2 і 63,8% у фазі сходів і 59,7; 62,5; 64,8 і 66,6% у фазі господарської стиглості зерна гороху, що свідчить про поліпшення структурного стану ґрунту впродовж вегетації культури (оструктуреність підвищилася на 2,4–2,9%). Загалом за вегетацію гороху досліджуваний показник родючості за вказаних вище варіантів систем удобрення становив відповідно 58,3; 61,3; 63,5 і 65,2%.

В агрофітоценозі пшениці озимої структурний стан орного шару ґрунту не зазнав істотних змін за варіантами обробітку протягом

усіх строків спостережень. Зафіксовано лише погіршення його за безполицево-дискового обробітку в сівозміні за всіх систем удобрення, проте різниця в оструктуреності між першим і другим варіантами обробітку не перевищувала НІР<sub>0,05</sub>. Так, за нульової, першої, другої та третьої систем удобрення цей показник становив відповідно 60,8; 63,5; 65,8 і 67,6% за полицево-дискового обробітку; 60,0, 63,0, 65,5 і 67,5 — безполицево-дискового; 61,3; 63,8; 66,2 і 68,2 — диференційованого; 60,1; 63,1; 65,8 і 67,8% за дискового обробітку у фазі кушення пшениці озимої. У фазі повної стиглості зерна ці показники зросли і становили відповідно 62,4; 66,1; 68,1 і 70,4% у першому варіанті обробітку; 61,8; 65,2; 67,5 і 69,8 — другому; 62,7; 66,4; 68,5 і 71,0 — у третьому; 61,7; 65,3; 67,9 і 70,5% у четвертому варіанті обробітку. За диференційованого обробітку на всіх ділянках дослідів спостерігалася підвищення вмісту водотривких агрегатів в орному шарі, проте воно було в межах НІР<sub>0,05</sub>.

У варіантах безполицево-дискового та особливо дискового обробітку зафіксована диференціація орного шару ґрунту за його структурним станом. Менш вираженою вона була за диференційованого обробітку, досягаючи величини НІР<sub>0,05</sub> лише на удобрених найвищою нормою туків ділянках у шарі ґрунту 20–30 см у фазі кушення пшениці озимої.

Так, у фазі кушення культури за нульової, першої, другої та третьої систем удобрення вміст водотривких агрегатів у верхньому шарі ґрунту був відповідно на 5,4; 4,8; 4,3 і 4,1% менший у варіанті безполицево-дискового обробітку та на 6,2; 5,7; 5,1 і 4,6% менший, ніж на контролі. У нижній частині орного шару спостерігається зворотна закономірність: цей показник відповідно на 1,8; 2,0; 2,2 і 2,4% за другого та на 2,7; 2,9; 3,4 і 3,5% за четвертого варіантів обробітку вищий, ніж за першого. Аналогічна закономірність простежується і у фазі повної стиглості зерна пшениці озимої, проте вона дещо менше виражена.

Різниця в оструктуреності ґрунту за безполицево-дискового та дискового обробітків порівняно з контролем із підвищенням норм внесених добрив у шарі 0–10 см зменшується, а в шарі 20–30 см, навпаки, збільшується у фазі кушення хлібної рослини. У фазі повної стиглості зерна ця закономірність повністю зберігається за дискового обробітку. За безполицево-дискового обробітку в цій фазі розвитку культури ця різниця зменшується з підвищенням рівня добрив у всіх шарах ґрунту — 0–10, 10–20 і 20–30 см.

Упродовж вегетації пшениці озимої гетерогенність орного шару за досліджуваним по-

казником родючості зменшується. Абсолютна різниця в оструктуреності шарів ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см між другим і першим варіантами обробітку становила відповідно 4,7; 1,3 і 2,1% у фазі кущення та 3,8; 0,9 і 1,1% у фазі повної стиглості зерна, а між четвертим і першим — 5,4; 1,5 і 3,1% та 4,7; 1,1 і 2,7%.

У всіх варіантах обробітку структурний стан чорнозему типового найкращий у нижній (20–30 см) частині орного шару, а найгірший — у верхній (0–10 см). Так, різниця в оструктуреності цих шарів ґрунту за полицево-дискового, безполіцево-дискового, диференційованого та дискового обробітків становила відповідно 2,5; 9,3; 3,4 і 11% у фазі кущення та 2,3; 7,2; 3,0 і 9,7% у фазі повної стиглості зерна пшениці озимої. Загалом за вегетацію культури цей показник за вказаних варіантів обробітку становив 2,4; 8,3; 3,2 і 10,4% відповідно.

Уміст водотривких агрегатів в орному шарі ґрунту за нульової, першої, другої та третьої систем удобрення становив відповідно 60,6; 63,4; 65,8 і 67,8% у фазі кущення та 62,2; 65,8; 68,0 і 70,4% у фазі повної стиглості зерна пшениці озимої.

Оструктуреність орного шару ґрунту в агроценозі кукурудзи виявилася практично на одному рівні за полицево-дискового, безполіцево-дискового та диференційованого обробітків: у фазі сходів культури — 63,9; 63,7 і 63,7%, а у фазі повної стиглості зерна — 65,2; 65,1 і 65,1% відповідно. Водотривкість ґрунтової структури орного шару істотно вища (на 1,1–1,3%) за полицево-дискового обробітку, ніж за дискового.

Найбільш істотні відмінності структурного стану чорнозему типового за варіантами обробітку спостерігаються в різних частинах орного шару. Так, у верхньому шарі вміст водотривких агрегатів у фазах сходів і повної стиглості зерна кукурудзи менший відповідно на 6,8 і 3,8% за безполіцево-дискового та на 7,6 і 5,5% за дискового обробітків, ніж на контролі. У нижньому шарі зафіксована зворотна залежність: оструктуреність його становила відповідно 65,5 і 70,2% за другого та 64,7 і 69,9% за четвертого варіантів обробітку за контрольних показників 60,5 і 67,6%. Таким чином, у шарі ґрунту 20–30 см полицево-дисковий обробіток поступався безполіцево-дисковому на 5,0 і 2,6%, а дисковому — на 4,2 і 2,3% відповідно у фазі сходів і повної стиглості зерна кукурудзи. Оструктуреність шару ґрунту 10–20 см у середньому на 1,3% вища в другому варіанті, ніж у першому, а за дискового та полицево-дискового обробітків вона майже на одному рівні.

Диференційований обробіток за вмістом водотривких агрегатів у різних частинах орного

шару виявився практично рівноцінним контролю.

У фазі сходів кукурудзи за полицево-дискового та диференційованого обробітків простежується закономірне погіршення, а у фазі повної стиглості зерна — поліпшення структурного стану з глибиною. Перше (погіршення) пояснюється глибокою культурною оранкою, за якої відбувається взаємне переміщення верхньої розпиленої та нижньої оструктурної частин орного шару ґрунту [6; 13; 14; 17], друге (поліпшення) — кращими умовами оструктурування, зокрема утворенням гумусових речовин, саме в нижніх частинах орного шару в процесі вегетації кукурудзи [17]. Так, уміст водотривких агрегатів у шарах ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см становив відповідно 67,5; 63,6 і 60,5% у фазі сходів та 65,2; 66,4 і 67,6% у фазі повної стиглості зерна кукурудзи за полицево-дискового обробітку; 66,9; 63,2 і 60,9% та 64,6; 66,8 і 68,2% за диференційованого обробітку.

За безполіцево-дискового та дискового обробітків упродовж вегетації кукурудзи структурний стан ґрунту з глибиною поліпшується. Так, уміст водотривких агрегатів у шарах ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см становив відповідно 60,7; 64,9 і 65,5% у фазі сходів та 61,4; 67,6 і 70,2% у фазі повної стиглості зерна кукурудзи у другому варіанті обробітку; 59,9; 63,8 і 64,7% та 59,7; 65,9 і 69,9% у четвертому варіанті обробітку.

Абсолютна різниця в оструктуреності верхньої та нижньої частин орного шару ґрунту у фазі сходів і повної стиглості зерна кукурудзи становила відповідно 7,0 і 2,4% за полицево-дискового обробітку; 4,8 і 8,8 — безполіцево-дискового; 6,0 і 3,6 — диференційованого; 4,8 і 10,2% за дискового обробітків. Таким чином, профільна диференціація орного шару впродовж вегетації культури за першого та третього варіантів обробітку зменшувалася, а за другого та четвертого — зростала.

Уміст водотривких агрегатів у шарах ґрунту 0–10, 10–20, 20–30 і 0–30 см становив відповідно 59,1; 60,9; 61,6 і 60,6% за нульової системи удобрення; 62,9; 64,7; 65,3 і 64,3 — першої; 64,8; 66,8; 67,4 і 66,3 — другої; 66,1; 68,5; 69,5 і 68,0% за третьої систем удобрення.

Структурний стан орного шару чорнозему типового під агрофітоценозом гречки практично однаковий за полицево-дискового та диференційованого обробітків за всіх систем удобрення впродовж вегетації круп'яної культури.

Зі збільшенням норм внесення добрив різниця в оструктуреності орного шару ґрунту між першим і другим варіантами обробітку (на користь контролю) зростала лише у фазі сходів гречки та досягала статистично істот-

ного значення (1,3%) тільки за найвищого рівня удобрення. У фазі господарської стиглості зерна гречки цей показник практично однаковий за обома варіантами обробітку як на неудобрених, так і на удобрених ділянках.

Систематичний дисковий обробіток призводить до істотного погіршення структурного стану орного шару ґрунту: вміст водотривких агрегатів на 0,8–1,5% нижчий порівняно з контролем.

У фазі сходів круп'яної культури оструктуреність орного шару чорнозему типового за нульової, першої, другої та третьої систем удобрення становила відповідно 63,1; 64,9; 67,3 і 69,6% за полицево-дискового обробітку, 62,8; 64,5; 66,6 і 68,3 — безполицево-дискового, 63,3; 65,1; 67,5 і 69,8 — диференційованого та 61,6; 63,9; 66,3 і 68,3% за дискового обробітку. У фазі господарської стиглості зерна гречки ці показники вищі та становили відповідно 64,6; 68,4; 71,2 і 72,8% у першому варіанті обробітку, 64,5; 68,4; 71,1 і 73,0 — другому, 64,8; 68,5; 71,3 і 72,3 — третьому та 63,8; 67,5; 70,4 і 71,9% у четвертому варіанті обробітку.

Як і під попередніми культурами сівоzmіни, так і під гречкою чітко виражена диференціація верхнього тридцятисантиметрового шару чорнозему типового за оструктуреністю, яку посилюють безполицево-дисковий та особливо дисковий обробітки в сівоzmіні, за яких цей показник істотно нижчий у верхньому шарі та вищий у середньому й нижньому шарах, ніж на контролі. Так, уміст водотривких агрегатів у шарі ґрунту 0–10 см за полицево-дискового, безполицево-дискового, диференційованого та дискового обробітків у фазі сходів круп'яної рослини становив відповідно 65,1; 59,7; 64,6 і 58,2%; у фазі господарської стиглості зерна — 68,3; 65,4; 67,8 і 64,3%. У шарі ґрунту 20–30 см цей показник за зазначеними вище варіантами обробітку становив відповідно 67,5; 69,5; 68,1 і 69,6% у фазі сходів та 70,1; 71,9; 70,5 і 71,0% у фазі господарської стиглості зерна.

У середньому за вегетацію культури досліджуваний показник родючості в першому, другому, третьому та четвертому варіантах обробітку становив відповідно 66,7; 62,6; 66,2 і 61,3% у шарі ґрунту 0–10 см, 67,7; 68,9; 68,0 і 68,6 — у шарі 10–20 см та 68,8; 70,7; 69,3 і 70,3% — у шарі 20–30 см. Різниця в оструктуреності верхнього та нижнього шарів ґрунту за зазначеними вище варіантами обробітку становила відповідно 2,1; 8,1; 3,1 і 9,0% на користь шару 20–30 см.

Оструктуреність ґрунту за нульової, першої, другої та третьої систем удобрення становила відповідно 60,5; 63,2; 65,7 і 67,4% у шарі 0–10 см, 64,3; 67,1; 69,9 і 71,8 у шарі 10–20 см,

65,9; 68,9; 71,2 і 73,1% — у шарі 20–30 см та 63,5; 66,4; 69,0 і 70,8% у шарі 0–30 см.

Оструктуреність орного шару чорнозему типового у фазі кушення пшениці озимої (після гречки) практично на одному рівні за полицево-дискового, безполицево-дискового та диференційованого обробітку, а за мілкого — на 0,8–1,0% нижча, ніж на контролі. У фазі повної стиглості зерна хлібної рослини цей показник не зазнавав істотних відхилень за варіантами обробітку та в середньому становив 69%.

Під пшеницею озимою також простежується диференціація орного шару ґрунту за вмістом водотривких агрегатів у різних його частинах, особливо за чизельно-дискового та мілкого обробітку. Так, цей показник у фазі кушення хлібної культури в шарах ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см становив відповідно 66,7; 68,0 і 68,9% у першому варіанті обробітку, 64,0; 69,0 і 70,4% — другому, 66,2; 67,9 і 69,8 — третьому та 62,1; 68,8 і 70,1% у четвертому варіанті обробітку. У фазі повної стиглості зерна аналогічна закономірність, проте вона менш виражена. Різниця в оструктуреності верхнього та нижнього шарів ґрунту у фазах кушення та повної стиглості зерна озимої рослини становила відповідно 2,2 і 2,1% за полицево-дискового обробітку, 6,4 і 4,2 — безполицево-дискового, 3,6 і 3,0 — диференційованого, 8,0 і 5,5% за дискового обробітку.

Уміст водотривких агрегатів у верхньому шарі ґрунту на 2,7 і 1,2% менший відповідно у фазах кушення та повної стиглості зерна за другого варіанта обробітку та на 4,6 і 2,3% за четвертого, ніж за першого варіантів обробітку. У нижньому шарі спостерігалася зворотна закономірність: цей показник родючості був вищий відповідно на 1,5 і 0,9% за безполицево-дискового та на 1,2 і 1,1% за мілкого обробітку порівняно з контролем. Розподіл водотривких агрегатів у частинах орного шару ґрунту за полицево-дискового та диференційованого обробітків істотно не відрізнявся.

Оструктуреність середньої частини орного шару у фазах кушення та повної стиглості зерна була відповідно вища на 1,0 і 0,4% за другого та на 0,8 і 0,7% за четвертого варіанта обробітку, ніж за першого.

Регулююча дія добрив на структурний стан орного шару є істотною: перша, друга та третя системи удобрення забезпечили підвищення вмісту водотривких агрегатів відповідно на 3,1; 5,3 і 7,3% порівняно з неудобреними ділянками.

Загалом, у сівоzmіні найкращий структурний стан орного шару ґрунту зафіксовано за диференційованого обробітку, проте перевага його над контролем була в межах помилки

досліді. За вмістом водотривких агрегатів в орному шарі ґрунту безполицево-дисковий обробіток поступався контролю на 0,3–0,6%, що не перевищувало НР<sub>0,05</sub>.

Дисковий обробіток за цим показником гірший за полицево-дисковий на 0,6–1,1%, що є істотним лише в початковій фазі розвитку культурних рослин на неудобрених та удобрених першою нормою добрив ділянках. Загалом за вегетацію культур сівозміни оструктуреність орного шару становила 65,8% за полицево-дискового обробітку, 65,5 — безполицево-дискового, 66,2 — диференційованого та 65,1% за дискового обробітку.

### ВИСНОВКИ

Диференціація орного шару за вмістом водотривких агрегатів у різних його частинах найбільш виразно проявляється за мілкою обробітку, дещо слабкіше — за безполицево-дискового. За полицево-дискового та диференційованого обробітків орний шар є гомогенним у ранні фази розвитку культурних рослин, а перед їх збиранням простежується підвищення оструктуреності нижнього шару порівняно з верхнім у середньому на 2 і 3% відповідно.

У досліді не зафіксовано посилення диференціації орного шару за оструктуреністю під впливом зростаючих норм внесених добрив.

Різниця в оструктуреності верхнього шару ґрунту за безполицево-дискового та полицево-дискового обробітків становила 5,2% на початку та 3,4% в кінці вегетації культурних рослин на користь контролю. А нижній шар був краще оструктурений — відповідно на 2,6 і 1,7% — за безполицево-дискового обробітку. Останній забезпечував кращий структурний стан порівняно з контролем і середнього шару — на 1,2 і 0,9% відповідно.

Уміст водотривких агрегатів у шарах ґрунту 10–20 і 20–30 см був вищий відповідно на 0,9 і 2,5% на початку та на 0,5 і 1,8% у кінці вегетації культур за дискового обробітку, ніж за полицево-дискового. Водночас у шарі 0–10 см

спостерігалася зворотна закономірність: цей показник був відповідно на 6,0 і 4,2% вищий на контролі.

Перед збиранням зернових культурних рослин сівозміни оструктуреність шарів 0–10, 10–20, 20–30 і 0–30 см чорнозему типового становила відповідно 65,9; 67,0; 67,8 і 66,9% за полицево-дискового обробітку, 62,5; 67,9; 69,5 і 66,7 — безполицево-дискового, 65,8; 67,4; 68,7 і 67,3 — диференційованого, 61,7; 67,5; 69,6 і 66,3% за дискового обробітку.

Зі збільшенням норм внесення добрив структурний стан ґрунту поліпшувався. Вміст водотривких агрегатів на неудобрених ділянках, удобрених першою, другою та третьою нормами добрив становив відповідно 58,9; 62,2; 64,5 і 66,3% у шарі ґрунту 0–10 см, 62,3; 65,5; 67,8 і 69,6% — 10–20 см, 63,6; 66,7; 68,9 і 70,9% — 20–30 см та 61,6; 64,8; 67,1 і 68,9% в орному шарі. Перша система удобрення забезпечила зростання цього показника в орному шарі на 3,2% порівняно з нульовою; друга — на 2,3% порівняно з першою, а третя — на 1,8% порівняно з другою.

За оструктуреності орного шару ґрунту загалом по досліді п'яти полів сівозміни 65,6%, цей показник у шарах 0–10, 10–20 і 20–30 см становив 63,0; 66,3 і 67,5% відповідно.

Структурний стан ґрунту поліпшується й упродовж вегетації культур сівозміни. На її початку вміст водотривких агрегатів у шарах ґрунту 0–10, 10–20, 20–30 і 0–30 см становив 62,0; 65,2; 66,1 і 64,4% відповідно, а в кінці — 64,0; 67,5; 68,9 і 66,8%.

Продуктивність сівозміни в неудобрених варіантах, удобрених 6 т/га гною + N<sub>64</sub>P<sub>54</sub>K<sub>58</sub>, 6 т/га гною + N<sub>98</sub>P<sub>66</sub>K<sub>92</sub> та 6 т/га гною + N<sub>126</sub>P<sub>82</sub>K<sub>116</sub> становила відповідно 2,29; 3,96; 5,08 і 5,59 т/га зерна та 2,67; 4,63; 5,97 і 6,56 т/га кормових одиниць за полицево-дискового обробітку, 1,94; 3,53; 4,60 і 5,07 т/га та 2,27; 4,14; 5,41 і 5,95 т/га — безполицево-дискового, 2,30; 3,97; 5,11 і 5,62 та 2,66 т/га; 4,63; 5,98 і 6,57 т/га — диференційованого, 1,75; 3,42; 4,54 і 5,04 т/га зерна та 1,98; 4,01; 5,34 і 5,92 т/га кормових одиниць за дискового обробітку і НР<sub>0,05</sub> 3,1 та 3,5 т/га.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Прима І.Д., Косолап М.П., Войтовик М.В. та ін. Механічний обробіток ґрунту: історія, теорія, практика: навчальний посібник. Вінниця: ТОВ "ТВОРИ", 2019. 428 с.
2. Прима І.Д., Купчик В.І., Лозінський М.В. та ін. Агрономічне ґрунтознавство: навчальний посібник. Вінниця: ТОВ "Нілан-ЛТД", 2017. 580 с.
3. De Candolle A.P. Pflanzenphysiologie. Paris, at the expense of the partners Treuttel and Würtz, 1883. 493 p.
4. Медведев В.В. Структура ґрунту (методи, генезис, класифікація, еволюція, географія, моніторинг, охорона). Харків: "13 типографія", 2008. 406 с.
5. Wagner W. Die chinesische Landwirtschaft. Berlin: Paul Parey, 1926. 663 s.
6. Franklin T.V. A History of Agriculture. London: G. Bell and Sons, 1948. 239 p.
7. Прима І.Д., Панченко О.Б., Войтовик М.В. та ін. Еволюція теоретичних і практичних основ переходу від полицевого до безполицевого і поверхневого та нульового обробітків ґрунту в Україні з середини першої

- половини 20 ст. до сьогодні. *Агробіологія*. 2018. Вип. 2 (139). С. 6–17. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2018-142-2-6-17>
8. Косолап М.П., Кротінов О.П., Кремсал В.Г. Виробництво зерна в Україні за технологією No-till. Київ, 2009. 140 с.
  9. Косолап М.П., Кротінов О.П. Система землеробства No-till. Навчальний посібник. Київ: Логос, 2011. 352 с.
  10. Медведєв В.В. Фізичні властивості та обробіток ґрунту в Україні. Харків: Городська типографія, 2013. 224 с.
  11. Медведєв В.В., Булігін С.Ю., Булігіна М.Е. Сучасні системи землеробства і проблема обробітку ґрунту. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 127–134. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2017.220168>
  12. Землеробство: підручник / І.Д. Прима, Л.В. Єзерковська, Ю.В. Федорук та ін.; за ред. І.Д. Прима. Вінниця: ТОВ ТВОРИ, 2020. 528 с.
  13. Вільямс В.Р. Ґрунтознавство. Землеробство з основами ґрунтознавства. Харків: Держсільгоспвидав, 1948. 444 с.
  14. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Танчик С.П., Надикто В.Т. Сучасні проблеми оранки як особливого прийому обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 1. С. 5–10. URL: [https://agrovisnyk.com/pdf/ua\\_2016\\_01\\_01.pdf](https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2016_01_01.pdf) (дата звернення: 31.01.2025).
  15. No-till — крок до ідеального землеробства. Київ: Вид-во “Зерно”, ЗАТ “Гроші та світ”, 2007. 128 с.
  16. Прима І.Д., Цюк О.А., Мартинюк І.В. та ін. Еволюція систем землеробства в Україні. Монографія. Вінниця: ТОВ “Твори”, 2022. 524 с.
  17. Камінський В.Ф., Адамчук В.В., Булгаков В.М., Надикто В.Т. Агроінженерні підходи щодо збереження родючості ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 11. С. 5–16. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202111-01>
  18. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костоґриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Вінниця: ПП “ТД “Едельвейс і К””, 2014. 332 с.
  19. Kaspekowicz A. Rolnictwo. Lwow, 1826. Т. 1, 2.
  20. Надикто В.Т. Механіко-технологічні основи оранки. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 4. С. 28–30.
  21. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в польових сівозмінах Лівобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2015. 41 с.
  22. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в умовах нестійкого та недостатнього зволоження: монографія. Харків: ХНАУ, 2019. 209 с.
  23. Гриник С.І. Оптимізація способу обробітку ґрунту і системи удобрення в короткоротаційній сівозміні Передкарпаття України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2021. 22 с.
  24. Сінченко В.В. Оптимізація основного обробітку ґрунту при вирощуванні сої за різних попередників у Правобережному Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Київ, 2020. 47 с.
  25. Центило Л.В. Агроекологічні основи відтворення родючості чорнозему типового та підвищення продуктивності агроценозів Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2020. 41 с.
  26. Циліурік О.І. Наукове обґрунтування ефективності систем основного обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах Північного Степу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2014. 41 с.
  27. Танчик С.П., Цюк О.А., Центило Л.В. Наукові основи систем землеробства: монографія. Вінниця: ТОВ “Нілан-ЛТД”, 2015. 314 с.
  28. Танчик С.П., Манько Ю.П., Гудзь В.П. та ін. Землеробство: практикум. Київ: ФОП Корзун Д.Ю., 2013. 278 с.
  29. Прима І.Д., Манько Ю.П., Мазур В.А. та ін. Екологічні проблеми землеробства: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2010. 456 с.

## THE STRUCTURAL STATE OF TYPICAL CHERNOZEM UNDER DIFFERENT MAIN CULTIVATION SYSTEMS IN A SPECIALIZED FIVE-FIELD CROP ROTATION OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

**Prymak I.**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Bila Tserkva National Agrarian University (Bila Tserkva, Ukraine)

e-mail: [ivan.prymak@btsau.edu.ua](mailto:ivan.prymak@btsau.edu.ua); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0094-3469>

**Prisjahnjuk N.**

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor

Bila Tserkva National Agrarian University (Bila Tserkva, Ukraine)

e-mail: [natasha.prisjahnjuk@ukr.net](mailto:natasha.prisjahnjuk@ukr.net); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4737-0143>

**Fedoruk Yu.**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Bila Tserkva National Agrarian University (Bila Tserkva, Ukraine)

e-mail: [fedoruky\\_4@ukr.net](mailto:fedoruky_4@ukr.net); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3921-7955>

**Voitovyk M.**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Bila Tserkva National Agrarian University (Bila Tserkva, Ukraine)  
e-mail: mvoitovyk@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8420-3222>

**Pavlichenko A.**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Bila Tserkva National Agrarian University (Bila Tserkva, Ukraine)  
e-mail: andrii.pavlichenko@btsau.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5576-9931>

**Nagorniuk O.**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Senior Researcher  
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)  
e-mail: onagornuk@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6694-9142>

*In a stationary field experiment on chernozem, a typical deep medium-loam experimental field of the Bila Tserkva National Agrarian University, the structure of the plowed layer (0–30 cm) did not differ significantly under shelf, no-shelf and differentiated tillage. When processing the disc, this indicator decreased by 0.7%, not reaching NIR 0.05. Plowing in two- and one-field crop rotation excludes the differentiation of the plowed soil layer by the content of water-resistant aggregates. In soil layers 0–10, 10–20, and 20–30 cm, this indicator was 65.3, respectively; 65.8 and 66.2% for shelf-disc (control), 65.4; 66.2 and 67.1 — differentiated, 61.0; 66.9 and 68.4 — shelfless disc and 60.2; 66.5 and 68.4% for disc processing. The heterogeneity of the arable layer of the typical chernozem is most clearly manifested in the case of disk and somewhat weaker in the case of plowless tillage in crop rotation. There was no increase in the differentiation of the arable layer in terms of structure under the influence of increasing rates of applied fertilizers. The difference in the structure of the upper layer of the soil under shelf-disc and shelf-disc treatments was 5.2% at the beginning and 3.4% at the end of the growing season of cultivated plants in favor of the control. And the lower layer is better structured by 2.6 and 1.7%, respectively, for shelfless-disc processing. With the increase in fertilizer rates, the structural condition of the soil improved. Productivity of crop rotation for shelf-disc and differentiated tillage is almost at the same level, but for shelfless-disc and disc — significantly lower. In field five-field grain crop rotation, deep cultural plowing is recommended for only one crop (preferably row crop), and for the rest — disking and chiselling to different depths, taking into account the biological characteristics of agricultural plants.*

**Keywords:** soil, plowing, disking, chiseling, fertilizers, arable layer, crops, productivity.

**REFERENCES**

1. Prymak, I.D., Kosolap, M.P., Voitovyk, M.V., et al. (2019). Mechanical soil cultivation: history, theory, practice: study guide. Vinnytsia: TVORY LLC.
2. Prymak, I.D., Kupchik, V.I., Lozinsky, M.V., et al. (2017). Agronomic soil science: textbook. Vinnytsia: Nilan-LTD LLC.
3. De Candolle, A.P. (1883). Pflanzenphysiologie. Paris, at the expense of the partners Treuttel and Würtz.
4. Medvedev, V.V. (2008). Soil structure (methods, genesis, classification, evolution, geography, monitoring, protection). Kharkiv: "3 typohrafiia".
5. Wagner, W. (1926). Die chinesische Landwirtschaft. Berlin: Paul Parey.
6. Franklin, T.V. (1948). A History of Agriculture. London: G. Bell and Sons.
7. Prymak, I., Panchenko, D., Voitovyk, M., Karpenko, V., Levandovska, S., & Panchenko, I. (2018). The evolution of theoretical and practical basis of proceeding from beard tillage to beardless tillage and from surface tillage to no-tillage of Ukrainian soils since the middle of the first part of the 20<sup>th</sup> century up to today. *Agrobiology*, 2 (139), 6–17. doi: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2018-142-2-6-17>
8. Kosolap, M.P., Krotinov, O.P., & Kremsal, V.G. (2009). Grain production in Ukraine using No-till technology. Kyiv.
9. Kosolap, M.P., & Krotinov, O.P. (2011). No-till farming system. Textbook. Kyiv: Logos.
10. Medvedev, V.V. (2013). Physical properties and soil cultivation in Ukraine. Kharkiv: Horodska typohrafiia.
11. Medvedev, V.V., Bulygin, S.Yu., & Bulygina, M.E. (2017). Modern farming systems and the problem of soil cultivation. *Agroecological Journal*, 2, 127–134. doi: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2017.220168>
12. Primak, I.D. (Ed.), Yezerkovska, L.V., Fedoruk, Yu.V., et al. (2020). Agriculture: textbook. Vinnytsia: TVORY LLC.
13. Williams, V.R. (1948). Soil science. Agriculture with the basics of soil science. Kharkiv: Derzhsilhospydav.
14. Adamchuk, V.V., Bulgakov, V.M., Tanchyk, S.P., & Nadykto, V.T. (2016). Modern problems of plowing as a special method of soil cultivation. *Bulletin of Agricultural Science*, 1, 5–10. Retrieved from [https://agrovisnyk.com/pdf/ua\\_2016\\_01\\_01.pdf](https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2016_01_01.pdf)
15. No-till — a step towards ideal agriculture. (2007). Kyiv: Publishing house "Zerno", CJSC "Money and the World".
16. Prymak, I.D., Tsyuk, O.A., & Martyniuk I.V., et al. (2022). Evolution of agricultural systems in Ukraine. Monograph. Vinnytsia: Tvory LLC.

17. Kaminsky, V.F., Adamchuk, V.V., Bulgakov, V.M., & Nadykto, V.T. (2021). Agroengineering approaches to preserving soil fertility. *Bulletin of Agricultural Science*, 11, 5–16. doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202111-01>
18. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.G., Kostogryz, P.V., & Opryshko, V.P. (2014). Fundamentals of scientific research in agronomy: textbook. Vinnytsia: PP "TD "Edelweiss and K".
19. Kaspekowicz, A. (1826). Rolnictwo (Vol. 1–2). Lwow.
20. Nadykto, V.T. (2012). Mechanical and technological foundations of plowing. *Bulletin of agricultural science*, 4, 28–30.
21. Shevchenko, M.V. (2015). Scientific bases of tillage system in the field rotations of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. (Extended abstract of the doctoral dissertation, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipropetrovsk, Ukraine).
22. Shevchenko, M.V. (2019). Scientific foundations of soil cultivation systems under conditions of unstable and insufficient moisture: monograph. Kharkiv: KhNAU.
23. Hrynyk, S.I. (2021). Optimization of soil cultivation method and fertilization system in short-rotation crop rotation of the Precarpathian region of Ukraine. (Extended abstract of the candidate's dissertation, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine).
24. Sinchenko, V.V. (2020). Optimization of the main tillage when growing soybeans under different predecessors in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. (Extended abstract of the candidate's dissertation, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine).
25. Tsentilo, L.V. (2020). Agroecological foundations of restoring the fertility of typical black soil and increasing the productivity of agrocenoses of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. (Extended abstract of the doctoral dissertation, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine).
26. Tsilyuryk, O.I. (2014). Scientific substantiation of the effectiveness of basic tillage systems in short-rotation crop rotations of the Northern Steppe of Ukraine. (Extended abstract of the doctoral dissertation, Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the NAAS of Ukraine, Dnipropetrovsk, Ukraine).
27. Tanchyk, S.P., Tsyuk, O.A., & Tsentilo, L.V. (2015). Scientific foundations of agricultural systems: monograph. Vinnytsia: Nilan-LTD.
28. Tanchyk, S.P., Manko, Y.P., Gudzyk, V.P., et al. (2013). Agriculture: workshop. Kyiv: FOP Korzun D.Yu.
29. Primak, I.D., Manko, Yu.P., Mazur, V.A., et al. (2010). Ecological problems of agriculture: textbook. Kyiv: Center for Educational Literature.

### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**ПРИМАК Іван Дмитрович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, Білоцерківський національний аграрний університет (Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, Київська обл., Україна, 09117; e-mail: [ivan.prymak@btsau.edu.ua](mailto:ivan.prymak@btsau.edu.ua); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0094-3469>).

**ПРИСЯЖНЮК Наталія Михайлівна**, кандидат ветеринарних наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет (Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, Київська обл., Україна, 09117; e-mail: [natasha.prisjajhnyuk@ukr.net](mailto:natasha.prisjajhnyuk@ukr.net); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4737-0143>).

**ФЕДУРУК Юрій Васильович**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет (Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, Київська обл., 09117; e-mail: [fedoruky\\_4@ukr.net](mailto:fedoruky_4@ukr.net); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3921-7955>).

**ВОЙТОВИК Михайло Вікторович**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет (Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, Київська обл., Україна, 09117; e-mail: [mvoitovyk@ukr.net](mailto:mvoitovyk@ukr.net); ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8420-3222>).

**ПАВЛІЧЕНКО Андрій Андрійович**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет (Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, Київська обл., Україна, 09117; e-mail: [andrii.pavlichenko@btsau.edu.ua](mailto:andrii.pavlichenko@btsau.edu.ua); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5576-9931>).

**НАГОРНЮК Оксана Миколаївна**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, старший науковий співробітник сектору розвитку сільських територій відділу економіки природокористування в агросфері, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: [onagornuk@ukr.net](mailto:onagornuk@ukr.net); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6694-9142>).