

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агрономічний
Кафедра ґрунтознавства та землеробства

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Колихан Олександр Юрійович

УДК 631.153.3:633.491

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
«ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ҐРУНТОЗАХИСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОЩУВАННЯ ЖИТА ОЗИМОГО
В УМОВАХ ДОСЛІДНОГО ПОЛЯ
ПОЛІСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»

201 «Агрономія»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Колихан О. Ю.

Керівник роботи:
Кравчук Микола Миколайович
кандидат с.-г. наук, доцент

ЖИТОМИР – 2020

АНОТАЦІЯ

Колихан О. Ю. Оцінка ефективності ґрунтозахисної технології вирощування жита озимого в умовах дослідного поля Поліського національного університету. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 201 – агрономія. – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

Наразі альтернативи широкому впровадженню ґрунтозахисних технологій в Україні не існує, оскільки має місце прояв цілого спектру деградаційних процесів. У ґрунтовому покриві Полісся на частку ясно-сірих лісових ґрунтів припадає лише 5,7 %, але вони мають значно вищу потенційну родючість порівняно з зональними дерново-підзолистими ґрунтами і можуть бути основою ефективного застосування ґрунтозахисних технологій. В зв'язку з цим, мета досліджень полягала у оцінці ефективності елементів ґрунтоощадної технології вирощування жита озимого на урожайність культури та зміну основних показників ясно-сірого лісового ґрунту, як важливого елементу в структурі ґрунтового покриву Житомирського Полісся. За результатами Зрічних досліджень, які проводились в умовах стаціонарного дослідів «Екологічно безпечні агротехнології», встановлено, що перехід на безполицевий спосіб основного обробітку й застосування традиційної та альтернативної систем удобрення забезпечують умови для значного покращання вмісту гумусу, твердості, структури та продуктивної вологи у ясно-сірому лісовому ґрунті. Так, за тривалого застосування технологій на базі плоскорізного рихлення без застосування добрив твердість знизилась на 28,2 % відносно аналогічної технології на базі оранки. Проте, лише за умови застосування системи удобрення на фоні безполицевого обробітку твердість ґрунту зменшилась до значень, близьких до оптимальних (17,7–17,9 кг/см²). Крім того, суттєво покращився коефіцієнт структурності та збільшились запаси продуктивної вологи. Суттєвої різниці по урожайності жита озимого між системами обробітку не зафіксовано.

Ключові слова: ґрунтоощадна технологія, безполицевий обробіток, система удобрення, посіви жита озимого, показники родючості, ясно-сірий лісовий ґрунт.

ANNOTATION

Kolykhan O. Estimation of efficiency of soil-protective technology of winter rye growing in the conditions of the experimental field of Polissia National University. - Qualification work as the manuscript.

Qualification work on receiving educational degree of the master in the specialty 201 – agronomics. – Polissia National University, Zhytomyr, 2020.

Now the alternative to widespread introduction of soil-protective technologies in Ukraine does not exist as manifestation of the whole range of degradation's processes takes place. In soil covering of Polissia only 5.7% fall to the share of light gray forest soils, but they have much higher potential fertility to comparison with zonal sod-podzolic soils and can be a basis of effective use of soil-protective technologies. In this regard, the purpose of researches consisted in assessment of efficiency of elements of soil-protective technology of cultivation of a winter rye on productivity of culture and change of key indicators light gray forest soils as important element in structure of soil covering of the Zhytomyr Polissia. By results 3 years the researches conducted in the conditions of stationary experience "Ecologically safe agrotechnologies" it is established that transition on the basis of moldboardless tillage and application of traditional and alternative fertilizer systems is provided by conditions for considerable improvement of maintenance of a humus, hardness, structure and productive moisture in light gray forest soil. So, at prolonged use of technologies on the basis of moldboardless tillage without use of fertilizers hardness decreased by 28.2% rather similar to technology on the basis of a plowed tillage. However, only at the condition of application of a fertilizer system on the basis of moldboardless tillage the hardness of the soil decreased to the values close to optimum (17.7-17.9 kg/cm²). Besides, significantly improved coefficient of degree of structure and reserves of productive moisture increased. The essential difference on productivity of a winter rye between the systems of processing is not recorded.

Keywords: soil-protective technology, moldboardless tillage, fertilizer system, crops of a winter rye, fertility indicators, light gray forest soil.

ЗМІСТ

	Стор.
АНОТАЦІЯ	2
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ЕФЕКТИВНІСТЬ ҐРУНТООЩАДНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ В УМОВАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ (АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	8
РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	12
РОЗДІЛ 3. ОСНОВНА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	18
3.1. Особливості технології вирощування жита озимого в досліді	18
3.2. Вплив ґрунтозахисної технології на агроекологічний стан ясно-сірого лісового ґрунту	19
3.3. Вплив елементів екологізації агротехнологій на продуктивність жита озимого в досліді	26
3.4. Енергетична та економічна оцінка елементів технології вирощування жита озимого в досліді	27
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	29
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	31
Додаток	37

ВСТУП

Актуальність теми досліджень. Наразі альтернативи широкому впровадженню ґрунтозахисних технологій в Україні не існує, оскільки має місце прояв цілого спектру деградаційних процесів [1, 2, 6, 7, 8]. Особливо актуальною ця проблема є для Полісся, у ґрунтовому покриві якого переважаючими є дерново-підзолисті ґрунти, які вирізняються низькою стійкістю до антропогенного навантаження, почасти повною відсутністю здатності до саморегуляції основних ґрунтових процесів і режимів, а також несприятливими біологічними, агрофізичними і водно-фізичними властивостями [6, 8]. Оцінці ефективності впровадження зазначених технологій вирощування культур на зональних поліських дерново-підзолистих ґрунтах присвячена достатня кількість наукових публікацій [1, 5, 6, 8]. А їх застосування на ясно-сірих лісових і сірих опідзолених ґрунтах є маловивченим. Ці ґрунти хоч і займають значно менші площі, однак, на нашу думку, потребують не менш ретельного вивчення, оскільки мають високу потенційну родючість і можуть бути серйозним базисом для розвитку органічного землеробства в Поліссі та основою для ефективного застосування ґрунтоощадних технологій [6, 8, 11, 14]. Для максимально ефективного управління родючістю цих ґрунтів наявність об'єктивних даних про біологічні, агрофізичні, агрохімічні та фізико-хімічні властивості є необхідною [19].

Тому вивчення ефективності елементів екологізації технологій на урожайність традиційної поліської зернової культури – жита озимого та зміну показників родючості ясно-сірого лісового ґрунту, як ключового елементу в структурі ґрунтового покриву Житомирського Полісся, є актуальним науково-практичним завданням [19].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослід включений до темплану «Розробити наукові основи раціональної моделі землекористування для зони Полісся» як складова НТП “Екологічно безпечні агротехнології та моделі землекористування” (номер держреєстрації 0107U003280) [18, 19].

Мета і завдання роботи. Мета досліджень полягала у оцінці ефективності елементів ґрунтоощадної технології вирощування жита озимого на урожайність культури та зміну основних показників родючості ясно-сірого лісового ґрунту, як важливого елементу в структурі ґрунтового покриття Полісся. Відповідно до окресленої нами мети досліджень передбачалось вирішення таких **завдань**:

- ✓ порівняти вміст гумусу, який був станом на початок закладки стаціонарного досліду та через 27 років, оцінити зміни гумусного стану та рівня кислотності ясно-сірого опідзоленого ґрунту залежно від способів основного обробітку ґрунту та систем удобрення;
- ✓ проаналізувати, як вплинуло тривале застосування ґрунтозахисних агротехнологій на базі плоскорізного обробітку на 18-20 см та традиційної і альтернативної систем удобрення на зміни основних агрофізичних і водно-фізичних показників;
- ✓ розрахувати енергетичну й економічну оцінку ефективності агротехнологій, що вивчаються.

Об’єкт досліджень – процес зміни основних показників родючості ясно-сірого лісового супіщаного ґрунту та продуктивності жита озимого за тривалого застосування плоскорізного основного обробітку та різних систем удобрення в умовах стаціонару Поліського національного університету.

Предмет досліджень – ґрунтоощадна технологія, безполицевий обробіток, полицевий спосіб основного обробітку ґрунту, системи удобрення, посіви жита озимого, показники родючості, ясно-сірий лісовий ґрунт.

Методи досліджень. В процесі підготовки і виконання роботи використані наступні загальнонаукові методи: польовий (відбір ґрунтових та рослинних зразків, ведення польового досліду тощо), аналітичний (визначення вмісту гумусу, фізико-хімічних і агрофізичних показників), порівняльно-розрахунковий, а також і статистичний (статобґрунтування отриманих результатів) [12, 18, 19].

Публікації автора за темою: Кравчук М. М., Наумець Г. Ф., Колихан О. Ю., Стецюк Д. В. (2020). Ефективність ґрунтозахисних агротехнологій в

умовах Центрального Полісся України. *Sciences of Europe* (Praha, Czech Republic). № 59. Vol. 2. 20-24 (Index Copernicus) [19].

Практичне значення проведених досліджень. Одержані результати досліджень доводять необхідність переходу на безполицевий спосіб основного обробітку ґрунту (плоскорізне розпушування) та можливість коригування норм мінеральних добрив в сторону зменшення за умови компенсації дефіциту у поживних речовинах за рахунок застосування побічної продукції та сидератів. Впровадження вищезазначених технологій сприятиме підвищенню стійкості агроценозів та їх продуктивності [19].

Структура та обсяг роботи. У першому розділі роботи проаналізовано літературні джерела щодо ґрунтових та екологічних передумов для застосування ґрунтоощадних технологій в умовах поліської частини Житомирщини та зроблено обґрунтування обраного напрямку досліджень. Другий розділ висвітлює методику та умови проведення досліджень. У третьому розділі роботи наведені отримані результати щодо порівняння елементів агротехнологій: безполицевий і полицевий способи основного обробітку ґрунту та дві системи удобрення) на деякі біологічні (вміст гумусу), фізико-хімічні (кислотність), агрофізичні (твердість, агрегатний стан) та водно-фізичні (запаси продуктивної вологи) показники ясно-сірого лісового супіщаного ґрунту. Також наведено дані досліджень щодо зміни агроєкологічного стану орного шару відносно вихідного стану за тривалого дотримання ґрунтоощадної технології. Проведено енергетичне і економічне обґрунтування вирощування культур за ґрунтоощадних технологій.

Робота викладена на 36 сторінках, містить 3 таблиці, 7 рисунків і 1 додаток. Список використаних літературних джерел нараховує 49 позицій.

РОЗДІЛ 1

ЕФЕКТИВНІСТЬ ҐРУНТООЩАДНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ

В УМОВАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

(АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Наразі широке застосування ґрунтозахисних технологій вирощування культур, які б забезпечили формування сталих агроєкосистем є важливим завданням землеробської науки. Особливо актуальною ця проблема є для ґрунтово-виробничих умов Полісся, де поширені переважно легкі ґрунти, які володіють низькою родючістю і стійкістю до антропогенного навантаження, невисокою здатністю до саморегуляції основних процесів і режимів, а також несприятливими агрофізичними і водно-фізичними показниками [1, 2, 6, 7, 8]. Оцінці ефективності ґрунтоощадних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур на дерново-підзолистих (зональних) ґрунтах присвячена значна кількість наукових публікацій [1, 5, 6, 8]. Однак інформації щодо їх застосування на сірих і ясно-сірих лісових ґрунтах безумовно не достатньо. Ці ґрунти поширені на значно менших площах, проте володіють вищою потенційною родючістю і можуть стати вагомим базисом для розвитку органічного агровиробництва в Поліссі та основою ефективного застосування ґрунтозахисних технологій [6, 8, 11, 14]. В умовах поліської частини Житомирської області вони поширені відносно невеликими масивами у Овруцькому, Черняхівському, Баранівському та Радомишльському районах). Більш крупними масивами вони представлені у північній частині зони Лісостепу Житомирщини – 26,7 % по лінії Любар – Івано-Пілля – Бердичів – Попільня, і менше (23 %) в південній частині перехідної зони (в основному, це Житомирський та Новоград-Волинський райони) [31]. Досліджувані ґрунти хоч і поступаються за поширенням дерново-підзолистим (лише 5,7 % проти 68,8 %), але за агровиробничими властивостями і характеристиками, зокрема, підвищеною здатністю до саморегуляції ключових процесів і режимів й, особливо, формування агрономічно цінної структури, суттєво їх перевищують

[4, 35]. За хімічними властивостями сірі лісові ґрунти безперечно кращі від зональних дерново-підзолистих – мають дещо вищий вміст гумусу, слабокислу реакцію, насичені основами. Забезпеченість азотом є низькою, а фосфором і калієм помірною [4, 30, 31]. Однак, прискорена антропогенна деградація загрожує і цим важливим для аграрного виробництва на Поліссі ґрунтам [1, 2, 6, 10, 31]. Посилення темпів деградації ґрунтів і втрати їх родючості викликають особливе занепокоєння науковців [1, 2, 22, 26–29]. В області процесами деградації охоплено близько 460 тис. га, з них: 79,2 тис. га перезволожених, 284,9 тис. га заболочених, 27,0 тис. га зазнали вітрової й 68,9 тис. га – водної ерозії, у т. ч. 23,5 тис. га середньо та сильно змитих. Площа небезпечних земель у дефляційному відношенні на Поліссі сягає 154,2 тис. га [31]. В основному, дефляцією охоплена рівнинна територія Житомирського Полісся, яка представлена ґрунтами легкого гранскладу (піщаними і супіщаними), що залягають на глибоких пісках. Дефляція цих територій стримується лише досить щільною лісистістю. У зв'язку з цим, середньо- і сильно еродованих земель на території регіону лише 3,8 тис. га [31]. Тому землі Житомирського Полісся, що знаходяться в активному сільськогосподарському використанні, потребують всебічної оцінки їх загального агроекологічного стану. А аналіз змін агровиробничих властивостей сірих лісових ґрунтів, як цінного ресурсу зазначеного регіону є особливо актуальним завданням.

Отже, важливим завданням землеробської науки є управління продукційною функцією ґрунту, яке б зменшувало поширення процесів деградації ґрунтового покриву і підтримувало його енергетичний потенціал. У сучасній науковій літературі досить широко висвітлено проблематику управління продуктивною функцією ґрунту, що орієнтоване на прогресивне нарощування його ефективної родючості передусім, за рахунок оптимізації агрохімічних та біологічних показників [7, С.69]. Питання ж управління агрофізичними показниками потребує додаткового вивчення.

Жито озиме, на відміну від інших зернових, є більш толерантною культурою до умов вирощування [13, 38]. Це дозволяє широко використовувати культуру в

умовах Полісся України. Завдяки добре розвиненій потужній кореневій системі воно здатне глибоко проникати в ґрунт та засвоювати поживні речовини і з малодоступних форм мінералів, що створює додаткові конкурентні переваги при вирощуванні його на ґрунтах із невисокою природною родючістю [13, 38]. Через те, що культура є досить пластичною і невибагливою до ґрунтових умов, а також характеризується високою стійкістю у агроценозі, вирощуванню жита почасти не приділяють належної уваги, порушують технологію, розміщують його на більш бідних ґрунтах по невдалих попередниках, нехтуючи навіть рекомендованими для зони термінами посіву і вирощуючи культуру без застосування добрив. Та, навіть, за таких умов, вона добре використовує весняні запаси вологи та здатна сформувати необхідні густоту і продуктивний стеблостій [13, 19]. Високий коефіцієнт кущення жита на фоні активного наростання біомаси сприяє активному пригніченню бур'янів. Тому воно може досить ефективно вирощуватися без застосування гербіцидів [13, 47].

Культура має значний позитивний вплив на агроєкосистему ґрунту. Жито добре реагує на систему удобрення, тому внесення добрив є важливою умовою одержання сталих врожаїв зерна відповідної якості [5, 20]. Вирощування культури сприяє надходженню значної мортмаси кореневих систем до ґрунту, підтриманню високої біологічної активності кореневмісного шару та поліпшенню ґрунтових режимів і збереженню родючості ґрунтів. У науковій літературі висвітлено позитивні аспекти впливу безполицевих способів обробітку і альтернативних систем удобрення на показники родючості ґрунту та їх вплив на продуктивність культур [16, 20, 22, 46, 48, 49]. Хоча є й наукова інформація щодо уповільнення росту коренів за мілкої обробітку, що пов'язують з погіршенням водно-повітряного режиму, зокрема, різким скороченням запасів доступної вологи [46]. Автори вказаних досліджень підкреслюють, що недостатня інтенсивність розпушування призводить до погіршення фізичних властивостей ґрунту та порушення розвитку коренів рослин [18, 46].

Висновки до розділу 1:

Неоднозначність відомостей про вплив елементів ґрунтоощадних технологій на показники родючості в умовах Полісся, як важливої складової екологізації агротехнологій та формування стійких агроєкосистем, і зумовили вибір теми досліджень, а культура жита озимого вибрана з позицій її біологічних особливостей, як перспективна для вирощування у органічному землеробстві та з позицій гарної пристосованості до ґрунтових умов Полісся.

РОЗДІЛ 2

МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У кваліфікаційній роботі узагальнено результати багаторічних наукових обліків і спостережень, зокрема за 2014–2016 рр., які виконувались у стаціонарі «Екологічно безпечні агротехнології». Стаціонар діяв з 1992 по 2017 роки на дослідному полі Поліського університету поблизу села Велика Горбаша Черняхівського району Житомирської області. Дослід є складовою темплану «Розробити наукові основи раціональної моделі землекористування для зони Полісся» в рамках НТП «Екологічно безпечні агротехнології та моделі землекористування» з відповідним номером держреєстрації (0107U003280). Схемою досліду передбачено порівняння переваг при застосуванні безполицевого способу основного обробітку ґрунту відносно полицевого. Також у досліді вивчали можливість зменшення норм добрив з компенсацією потреби у біофільних елементах за рахунок використання у сівозміні (під попередники) побічної продукції та сидератів.

Дослідне поле університету розташоване поблизу В. Горбаші, що за 5 км від райцентру смт Черняхів і 20 км від обласного центру м. Житомир. Лабораторні дослідження рослинних і ґрунтових зразків виконано у лабораторіях кафедри ґрунтознавства та землеробства Поліського університету.

Мета досліджень полягала у оцінці ефективності елементів ґрунтоощадної технології вирощування жита озимого на урожайність культури та зміну основних показників родючості ясно-сірого лісового ґрунту, як важливого елемента в структурі ґрунтового покриву Полісся.

Об'єкт досліджень: процес зміни основних показників родючості ясно-сірого лісового супіщаного ґрунту та продуктивності жита озимого за тривалого застосування плоскорізного основного обробітку та різних систем удобрення в умовах стаціонару Поліського національного університету. *Предмет досліджень*: ґрунтоощадна технологія, безполицевий обробіток, полицевий

спосіб основного обробітку ґрунту, системи удобрення, посіви жита озимого, показники родючості, ясно-сірий лісовий ґрунт.

Для вирішення поставлених у кваліфікаційній роботі завдань було проаналізовано результати по контрастних варіантах стаціонарного дослідю, а саме:

I. Спосіб основного обробітку ґрунту [18, 19]:

1. Полицевий обробіток (оранка на глибину 18–20 см) – контроль.
2. Плоскорізний обробіток (безполицеве розпушування на 18–20 см).

II. Варіант удобрення:

1. Контроль – без добрив.
2. Традиційна система удобрення, якою передбачено безпосередньо під культуру внесення $N_{60}P_{50}K_{60}$, а на 1 га сівозмінної площі: 6,25 т гною і $N_{50}P_{48}K_{55}$.
3. Альтернативна система удобрення (під культуру: $N_{45}P_{45}K_{45}$, а в сівозміні: 6,25 т/га гною + 1,25 т/га соломи + 12,5 кг/га N (компенсаційна доза) + 5,62 т/га сидерат + $N_{31}P_{32}K_{36}$).

Ґрунт під дослідною сівозміною – ясно-сірий лісовий супіщаний на лесовидному суглинку (додаток 1). Жито озиме вирощувалось у 8-пільній сівозміні з таким чергуванням культур: конюшина лучна (зелена маса) – пшениця озима – льон-довгунець – пелюшко-вівсяна сумішка (зерно) – *жито озиме* – ріпак ярий – картопля – ячмінь із підсівом конюшини. Сорт Синтетик 38. Площа облікової ділянки – 100 м². [18, 19].

При аналізі зразків ґрунтових застосовували методики: Тюріна (загальний гумус, ДСТУ 4289:2004); Корнфілда (азот, що легко гідролізується); Кірсанова у модифікації ННЦ ІГА ім. Соколовського (рухомий фосфор та обмінний калій, ДСТУ 4405:2005); Каппена–Гільковиця (гідролітична кислотність, ГОСТ 26212-91); $pH_{\text{сольове}}$ потенціометрично (ДСТУ ISO 10390:2001). З агрофізичних і водно-фізичних властивостей твердість визначали твердоміром Ревякіна з подальшим аналізом отриманих результатів за Горячкіним, щільність будови ґрунту – за методом Н. А. Качинського (ДСТУ ISO 11272:2001), агрегатний склад орного шару – методом М. І. Саввінова (за ДСТУ 4744:2007), а вологість ґрунту –

термостатно-ваговим методом (ДСТУ ISO 11465:2001). Максимальну гігроскопічність визначали за Ніколаєвим, продуктивну вологу – розрахунковим методом двічі (перед посівом і перед збиранням врожаю) [17-19]. Ведення досліду і відбори ґрунтових зразків здійснювали відповідно до діючих нормативних матеріалів: ДСТУ 7858:2015, ДСТУ 4287:2004, Методики суцільного ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України [12, 24].

Розрахунок енергоємності ґрунту проводили за формулою [3]:

$$E_{\text{гум}} = 70,0032 \left(\frac{G}{1.84695 + 0.0082G^3 - 0.1114G} \right)^{1.4575} - 0.0112G^2$$

Статистична обробка результатів експериментальних досліджень проведена за Б. А. Доспєховим з використанням комплексів *Statistica 10.0* та *Microsoft Excel*.

Умови проведення досліджень

Клімат є потужним фактором впливу на перебіг процесів ґрунтоутворення [15]. Також він у значній мірі визначає ефективність елементів агротехнологій та лімітує продуктивність ценозів [25]. Тепловий і водний режим ґрунту мають значний вплив на формування агрофізичних і, особливо, біологічних властивостей його активного шару 0-10 см. В південно-східній частині Житомирського Полісся суми температур за період з середньодобовою температурою більше 10°C становлять 2460-2550°C, а гідротермічний коефіцієнт дорівнює 1,2-1,4. Безморозний період триває 160-165 днів, а вегетаційний період з температурою вище 10°C – 160 днів [16]. Середній абсолютний мінімум температури досягає мінус 28°C, а абсолютний річний мінімум – до мінус 34°C. Перші осінні приморозки фіксуються в кінці першої декади жовтня. Весняні приморозки закінчуються вже у третій декаді квітня, а найпізніші - у третій декаді травня, хоча іноді і на початку червня [16].

Середньобогаторічна кількість опадів сягає 557 мм (Житомирська метеостанція), причому основна частина опадів припадає саме на весняно-літній період (310 мм) з максимумом опадів у липні (81 мм) [16]. Сумарне

випаровування досягає 500–560 мм. Співставлення вищевказаних величин свідчить про позитивний баланс вологи. Оскільки Полісся відноситься до зони достатнього, а в окремі роки – і надлишкового зволоження, то має місце прояв процесів елювіювання, оглеєння, а іноді, і заболочування [4, 16]. Варто наголосити, що роки з недостатньою кількістю опадів є досить рідким явищем, але дефіцит вологи часто припадає саме на критичний період вегетації жита озимого, що крім різкого зниження його урожайності може призводити до ґрунтової посухи і посилення мінералізаційних процесів органічної частини ґрунту. За умов анаеробіозису на фоні нестачі тепла або різких коливань вологості й температури прискорюється дегуміфікація ґрунту [15]. Тому, важливим було опрацювати результати спостережень за погодними умовами, які склались у період досліджень в умовах дослідного поля Поліського університету, виділити критичні періоди і встановити їх вплив на формування агрофізичних, а також біологічних показників ґрунту.

Так, друга половина 2014 року щодо забезпеченості вологою була відносно сприятливою, а 2015 і 2016 років – досить неоднозначною для культури, що вивчалась в досліді (рис. 2.1, 2.2). За період спостережень нерівномірне випадання атмосферних опадів повітря протягом періоду вегетації та високі температури у 2015 і 2016 роках призводили до пересихання верхнього шару, що мало негативний вплив на нормальний розвиток рослин жита, інтенсивність мінералізаційних процесів у ґрунті та його мікробіологічну активність [17, 18].

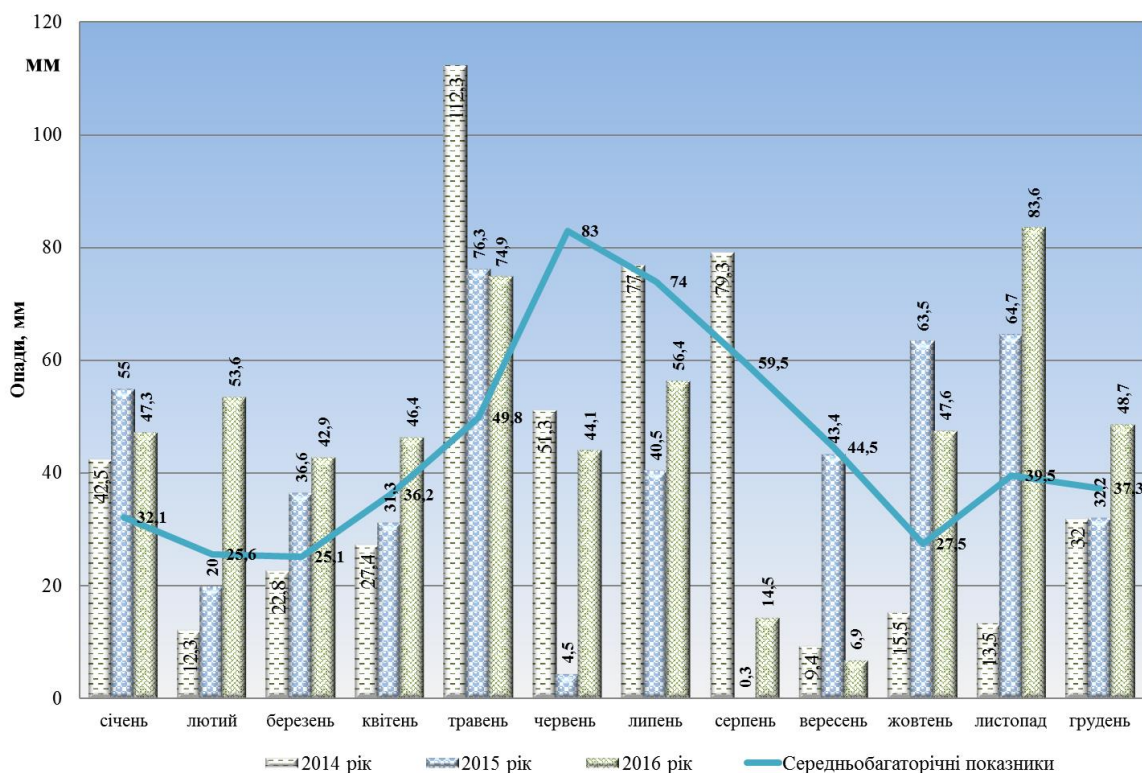


Рис. 2.1. Кількість опадів у розрізі місяців за 2014–2016 роки, мм

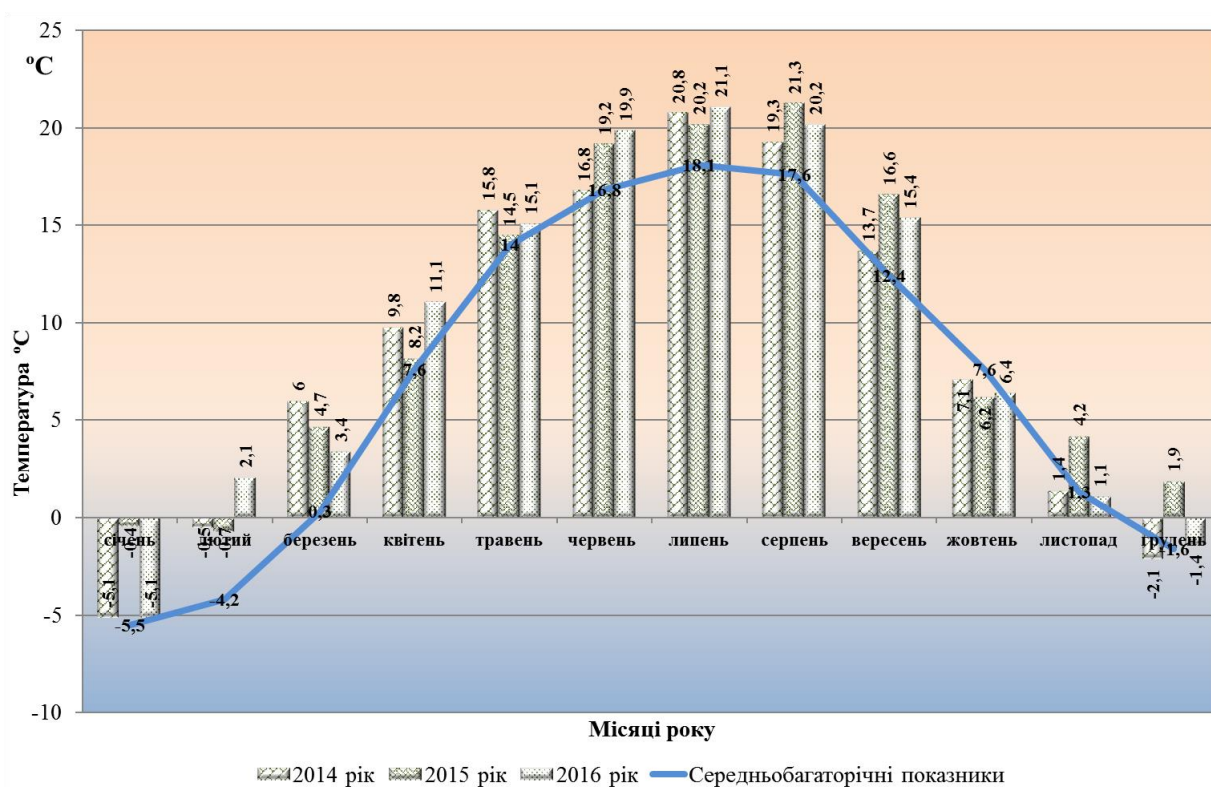


Рис. 2.2. Середньомісячна температура повітря за 2014 – 2016 роки, °C

Ґрунт ділянки виконання дослідження – ясно-сірий лісовий, за гранулометричним складом – супіщаний, сформувався на лесоподібних суглинках, які підстилаються з глибини 1,5–2,0 м водно-льодовиковими відкладами. Уміст фізичної глини у верхньому горизонті (0-20 см) ґрунту складає 19,5 %, у тому числі вміст мулу становить 4,7 %. Піску і крупного пілу міститься, відповідно, 43,1 % і 37,4 %. Він характеризується середнім ступенем окультурення та є характерним для ґрунтового покриву агроґрунтового району Центрального Полісся України і придатний для вирощування районованих сортів жита озимого (додаток 1).

В цілому, для зазначеного вище регіону характерним є саме рівнинний рельєф з густою сіткою річок, значна кількість опадів, що зумовило формування промивного типу водного режиму. Крім того, характерним є формування потужного снігового покриву, переважання ґрунтів легкого гранулометричного складу, хвойна лісова рослинність, кисла реакція середовища, поширення боліт. За таких умов суттєвим є прискорення трансформації гумусу, підвищення його рухливості й відповідне зниження рівнів накопичення органічної речовини ґрунту, посилення вимивання за межі ґрунтового профілю новоутворених гумусових речовин і сполук мінерального живлення, розвиток процесів оглеєння. За таких умов утворюються ґрунти з укороченим але диференційованим профілем, низькою гумусованістю і обмеженою зоною для зосередження корневих систем.

Висновки до розділу 2:

Ґрунт під дослідною ділянкою характеризується супіщаним гранулометричним складом, доброю водопроникністю, але високою аерацією шару 0-10 см, що зумовлює прискорене розкладання органічних речовин і значне вимивання поживних речовин з верхніх горизонтів униз по профілю. Проте, негативною властивістю, яка характерна для даного типу ґрунту є здатність утворювати ґрунтову кірку і відносно швидко повертатися до рівноважної щільності після обробітку. Це зумовлює необхідність проведення посиленого контролю його біологічного й агрофізичного стану.

РОЗДІЛ 3

ОСНОВНА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Особливості технології вирощування жита озимого в досліді

Жито озиме в досліді вирощувалось за технологією, яка є загальноприйнятою для Житомирського Полісся. Попередник культури – пелюшко-вівсяна сумішка. В якості основного обробітку ґрунту згідно схеми дослідів застосовували полицеве або безполицеве розпушування: оранку на 18–20 см агрегатом МТЗ-80/82 + ПЛН-3-35, а безполицевий обробіток на глибину 18–20 см агрегатом МТЗ-80/82 + КПГ-250, трохи згодом виконували культивування Т-150 + СП-11 + 2КПС-4 в 2 сліди на глибину 6–8 см.

В системі передпосівного обробітку виконували культивування Т-150+АП-6 на 4–5 см, після якої проводили посів агрегатом МТЗ-80/82 + СПУ-6 з послідовним коткуванням посіву МТЗ-80/82 + 3ККШ-6.

Догляд за посівами включав наступні технологічні операції: досходове боронування МТЗ-80/82 + СП-11 + 12БЗСС-1,0, після сходів повторне боронування впоперек поля агрегатом МТЗ-80/82 + СП-11 + 12БЗСС-1,0, яке виконувалось тоді, коли основна маса бур'янів ще не досягла поверхні ґрунту (була у фазі «білої нитки»).

Збирання згідно варіантів дослідів виконували комбайном Sampo-130 подільночно.

Сорт, що застосовувався у період досліджень, розроблений Носівською селекційною ДС Чернігівського ІАПВ УААН [42]. Він характеризується високою стійкістю до вилягання і грибних хвороб, володіє високим потенціалом урожайності, добре реагує на удобрення, має крупне зерно, довгий колос, а також високе число падіння. Алейроновий шар має світлий колір, колеоптіль сильного антоціанового забарвлення. Стебло товсте (до 5 мм), не виповнене, міцне, у період кушіння лист з нижнього боку біля піхви має опушення, слабкий восковий наліт [42]. Лист зеленого кольору, крупний широкий Колос напівпрямостоячий у період повної стиглості жовтий циліндричний з різко вираженим кілем і

довгими напіввідхиленими, зазубреними, світло забарвленими остюками. Має дуже крупну овальну світлу зернівку з рідкими волосками і вираженим характером боріздки [42]. Відрізняється високою кущистістю, крупним зерном, крупним колосом та середнім стеблом (115-120 см). Вегетаційний період сягає 282-305 діб. Маса тисячі зерен становить 40,3-42,9 г, а натура зерна – 600-610 г/л. Вміст сирого протеїну становить 10,0-11,8 %. Зі 100 г борошна отримують об'єм хліба 397 мл. Загальна хлібопекарська оцінка становить 6,5 бала. Рекомендований, зокрема, для Полісся [42].

3.2. Вплив ґрунтозахисної технології на агроекологічний стан ясно-сірого лісового ґрунту

Одним з ключових завдань, які ставляться перед сучасними агротехнологіями є забезпечення умов для підтримання заданої стабільної продуктивності культур відповідної якості на фоні розширеного чи простого відтворення родючості ґрунту, зокрема забезпечення позитивного балансу гумусу. З метою порівняння ефективності елементів екологізації агротехнологій на урожайність жита озимого та зміну показників родючості ясно-сірого лісового ґрунту, як важливого елементу в структурі ґрунтового покриву Полісся нами було проведено вивчення показників родючості, які були зафіксовані на момент закладки досліду та протягом 2014-2016 років [18, 19].

Під час первинного (початкового) обстеження ґрунтової відміни дослідної ділянки у 1989 р. зафіксовано у досліджуваному шарі 0-20 см низький вміст гумусу ($1,10 \pm 0,07$ %) і, відповідно, дуже низький вміст гідролізованого азоту (за Корнфілдом $5,85 \pm 1,07$ мг/100 г ґрунту), підвищений рухомого фосфору ($13,81$ мг–екв./100 г) і низький вміст обмінного калію за Кірсановим ($5,90$ мг–екв./100 г) при слабокислій реакції ($\text{pH}_{\text{КСІ}} - 5,3$) і гідролітичній кислотності $1,40$ мг–екв./100 г ґрунту [18, 19].

Варіювання у просторі вмісту гумусу виявилось незначним, оскільки коефіцієнт варіації (V, %) не перевищував 8,30 %. Між горизонтами 0-10 і 10-20 см різниці по гумусу також не зафіксовано ($t_{\text{факт}}=0,96$ при $t_{05}=2,45$), а по азоту

зафіксована диференціація – перевага шару 0-10 см порівняно з шаром 10-20 см була суттєвою ($t_{\text{факт}}=5,16$ за $t_{05}=2,45$) [18, 19].

Не менш важливим було визначити вплив елементів ґрунтоощадної технології на зміну показників родючості ґрунту в досліді. Аналіз результатів обстеження ґрунту, яке було виконане через 27 років, показав збільшення вмісту гумусу відносно початкового стану при закладці досліді (рис. 3.1).

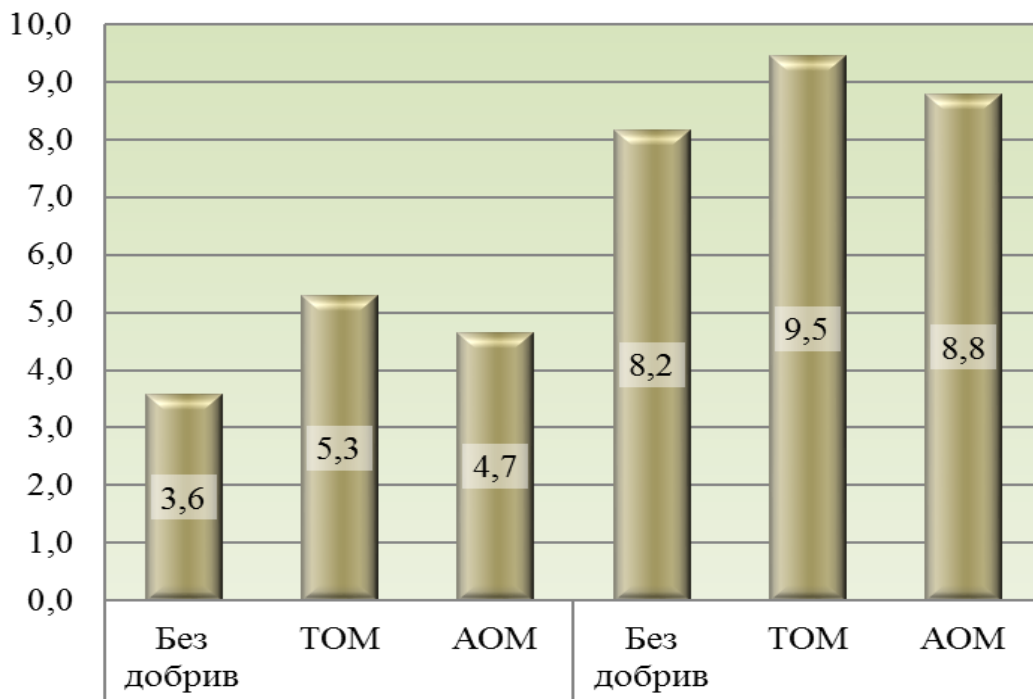


Рис. 3.1. Зміна запасів гумусу залежно від агротехнологій через 27 років відносно початкового стану (період 1989-2016 рр.), т/га [18, 19]

Найбільші прирости були зафіксовані на варіантах ґрунтоощадної технології, де застосовувались плоскорізне розпушування і органо-мінеральні системи удобрення. Як зазначають дослідники, зазначені зміни запасів гумусу забезпечуються не за рахунок конституційної його частини, а, в першу чергу, за рахунок детриту – лабільної частини органічної речовини [38].

Визначення вмісту гумусу, яке було проведено у 2016 році, показало, що кращі умови для збільшення вмісту гумусу сформувались на варіантах, де систематично застосовувалось плоскорізне рихлення. На варіанті без внесення добрив приріст становив 24,4 %, а на фоні органо-мінеральних систем – 21,8-22,2 % (табл. 3.2). По суті, відмова від полицевого розпушування і перехід на

грунтоощадну технологію забезпечив збільшення енергетичного потенціалу ґрунту на 5,8 ккал/кг на контролі (без внесення добрив), а на удобрених агрофонах приріст енергетичного потенціалу ґрунту, визначеного за енергоємністю гумусу, становив 5,6-6,1 ккал/кг [18, 19].

Таблиця 3.1

**Зміна вмісту загального гумусу в досліді залежно від агротехнологій
(шар 0-20 см, n = 6) [19]**

Спосіб основного обробітку	Варіант системи удобрення	Гумус, %	Приріст			
			за способом основного обробітку		за системами удобрення	
			±	%	±	%
Полицевий обробіток	Без добрив	1,35	-	-	-	-
	Традиційна	1,51	-	-	0,16	12,10
	Альтернативна	1,47	-	-	0,12	8,64
Плоскоріз- ний обробіток	Без добрив	1,68	0,33	24,44	-	-
	Традиційна	1,85	0,34	22,25	0,17	10,12
	Альтернативна	1,79	0,32	21,82	0,11	6,35
НІР ₀₅ , %		0,15	0,08		0,08	

Традиційна система у технологіях на базі оранки позитивно вплинула на накопичення гумусу, забезпечивши ріст показника на 12,1 % порівняно з варіантом без добрив. Альтернативна система забезпечила лише тенденційне покращання показника. На варіанті, де базовим був плоскорізний обробіток, достовірне збільшення вмісту гумусу також зафіксоване лише за умови застосування у сівозміні традиційної системи удобрення в сівозміні. Тут приріст відносно контролю становив 10,1 % (шар 0-20 см). Отже, найбільш ефективною щодо накопичення гумусу на конкретному етапі досліджень є технологія, яка передбачає застосування плоскорізного розпушування та традиційну органо-мінеральну систему удобрення [19].

За період досліджень кислотність ґрунту суттєво підвищилась відносно початкового стану на момент його закладки – з слабокислої (рН_{сол.} 5,3) до кислої

($pH_{\text{сол.}}$ 4,6-4,7). Однак, відхилення між варіантами технологій не виходило за межі похибки дослідів [18, 19].

Важливим агрофізичним показником родючості є щільність складення. Однак, в досліді різниця між варіантами технологій була не достовірною. Тому більше уваги звертали на твердість, оскільки вона дозволяє оперативно проаналізувати умови росту кореневих систем і прийняти рішення щодо коригування системи обробітку ґрунту. Такий підхід має важливе значення для систем точного землеробства [20–23]. Твердість піддається регулюванню й під впливом агрозаходів (обробіток і удобрення), що підтверджено і у наших спостереженнях (табл. 3.2). Обліки виконували у стані фізичної стиглості ґрунту перед посівом культури, оскільки твердість досить сильно реагує на вологість [18, 19].

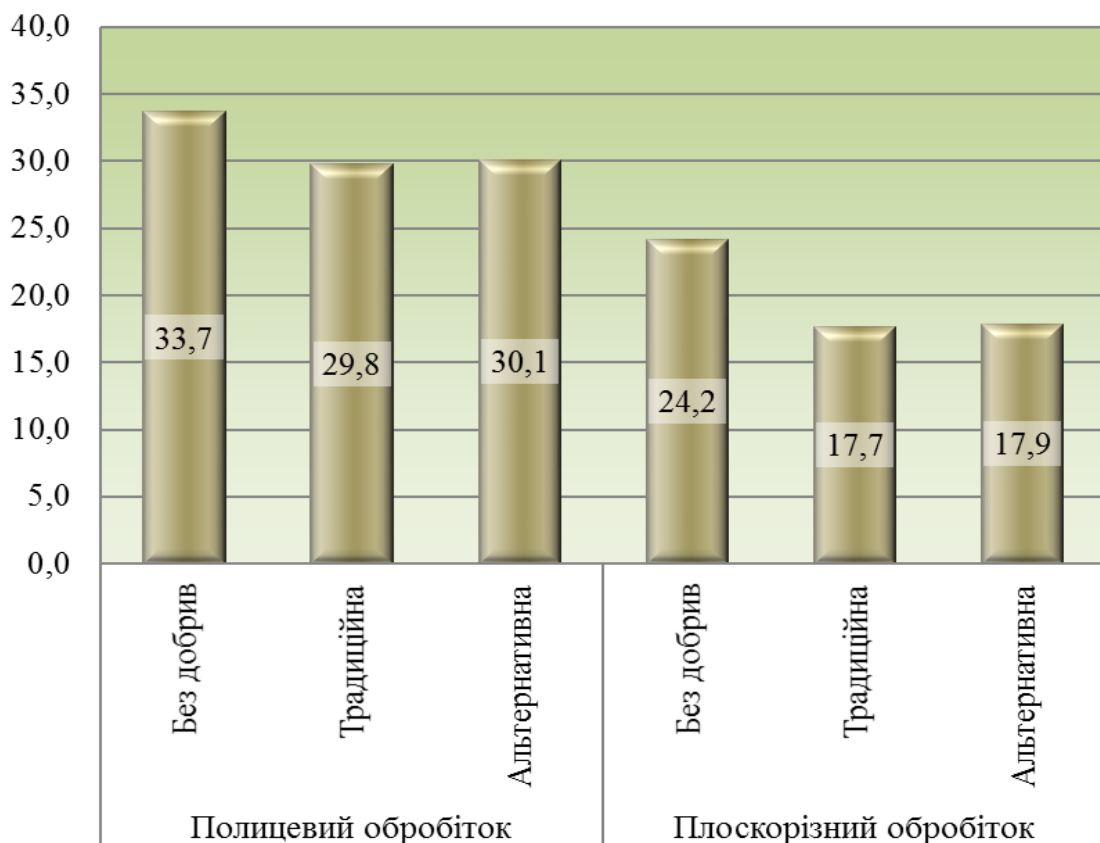


Рис. 3.2. Твердість перед посівом жита озимого за різних агротехнологій у горизонті 0-20 см, кг/см² (n=10) [18, 19]

Було встановлено щільне складення шару 0–20 см (за шкалою Горячкіна) на варіанті традиційного полищового обробітку без добрив – твердість становила

33,7 кг/см². Також відмічена неоднорідність орного шару за твердістю навіть за полицевого обробітку [19].

Накладання ефекту від органо-мінеральних систем удобрення сприяло зниженню твердості у шарі 0–20 см на 10,7–11,6 %. Проте це не забезпечило комфортного агрофізичного стану ґрунту для корневих систем рослин, оскільки, за спостереженнями В. В. Медведєва, твердість вище 25–30 кг/см² відчутно ускладнює ріст і розвиток корневих систем [20]. Автор наголошує, що оптимальний діапазон знаходиться в межах 5–15 кг/см² для суглинкового ґрунту [18, 19].

Тривале застосування плоскорізного рихлення без внесення добрив в досліді сприяло зниженню показника на 9,5 кг/см² (28,2 %) відносно оранки. На удобрених агрофонах твердість у шарі 0–20 см зменшилась до 17,7–17,9 кг/см² (щільнувата), забезпечивши комфортні агрофізичні умови для росту і розвитку корневих систем рослин [18, 19, 20].

Суттєве збільшення твердості на усіх варіантах агротехнологій зафіксовано перед збиранням культури. Проте, перевага варіанту з плоскорізним обробітком, особливо, у шарі 0–10 см зберіглась. Останнє можна обґрунтувати кращою вологозабезпеченістю посівів жита озимого, яка була характерною для плоскорізного розпушування [18, 19].

Об'єктивним показником агроекологічного стану ґрунту є структура ґрунту. На агрофонах, де тривалий час (27 років) застосовувались безполицеві способи основного обробітку, зафіксовано кращий структурний стан ґрунтової маси (передусім, за рахунок зменшення питомої ваги фракції з розпиленою структурою), (рис. 3.3). Так, на варіанті плоскорізного обробітку без добрив приріст коефіцієнту структурності по шару 0–20 см становив 16,4 % порівняно з оранкою [18, 19].

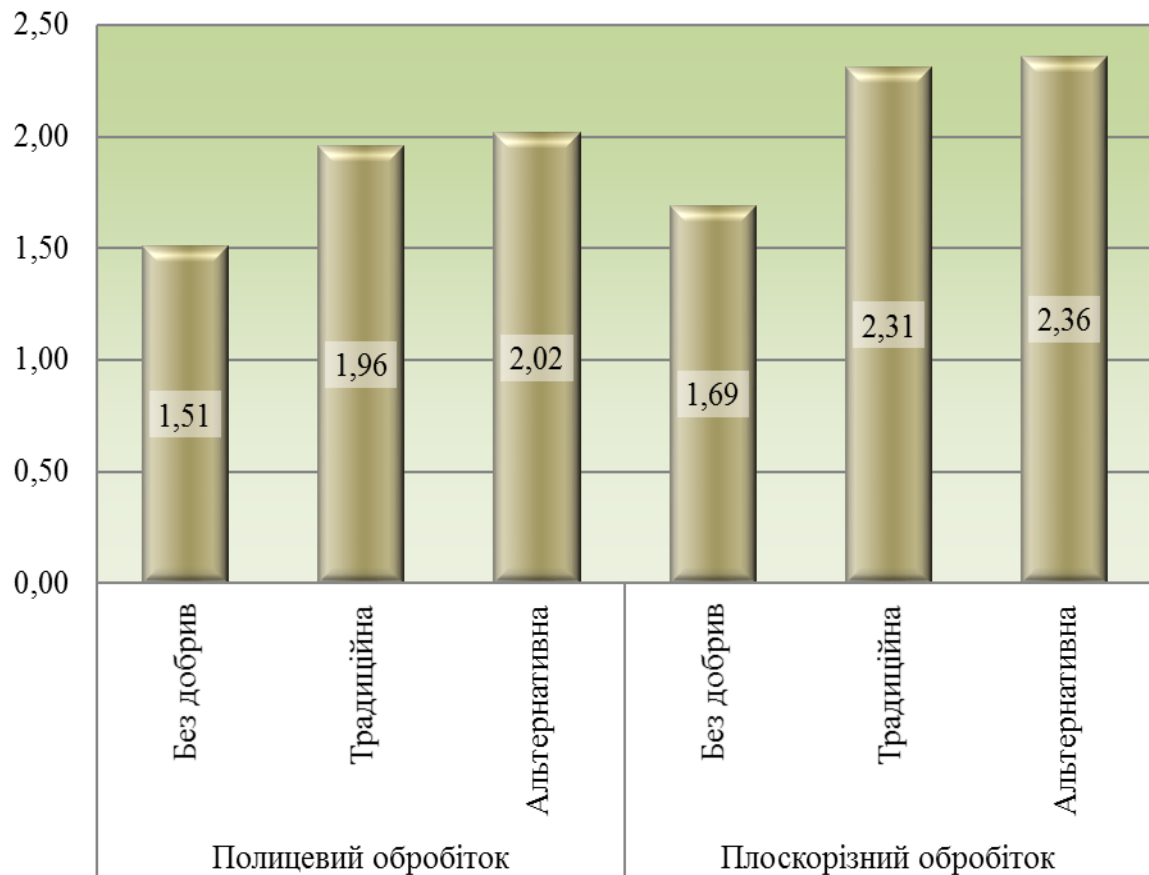


Рис. 3.3. Зміна коефіцієнту структурності ґрунту перед посівом жита озимого за різних варіантів агротехнологій [19]
(2014–2016 рр., $НІР_{05}(\text{заг.}) = 0,22$, $НІР_{05}(\text{оброб.}) = 0,12$)

Система удобрення також суттєво вплинула на оптимізацію структурного стану ґрунту, забезпечивши покращання коефіцієнта структурності в шарі 0–20 см на фоні полицевого – на 29,8–33,8 %, а плоскорізного обробітку – на 36,7–39,6 % відносно варіанту без добрив [18, 19].

Найбільша питома вага агрономічно цінних агрегатів у шарі 0–20 см була за застосування агротехнологій, які передбачали плоскорізний обробіток на 18–20 см та альтернативну систему удобрення. За таких умов, коефіцієнт структурності (K_{0-20}) був 2,38. Варто зазначити, що на рис. 3.3 представлено узагальнені дані, а у розрізі окремих шарів гумусованого горизонту по всіх варіантах дослідів більш оструктуреною була нижня частина орного шару, особливо, на варіантах безполицевого обробітку [19].

Запас продуктивної вологи є одним з ключових водно-фізичних показників. Аналіз зафіксував покращання вологозабезпеченості ґрунту на

агрофонах, де застосовувались технології на базі плоскорізного розпушування (рис. 3.4). Так, перед посівом культури на фоні плоскорізного обробітку у шарі 0–30 см приріст склав 6,5 мм або 19,5 % порівняно з контролем [18, 19].

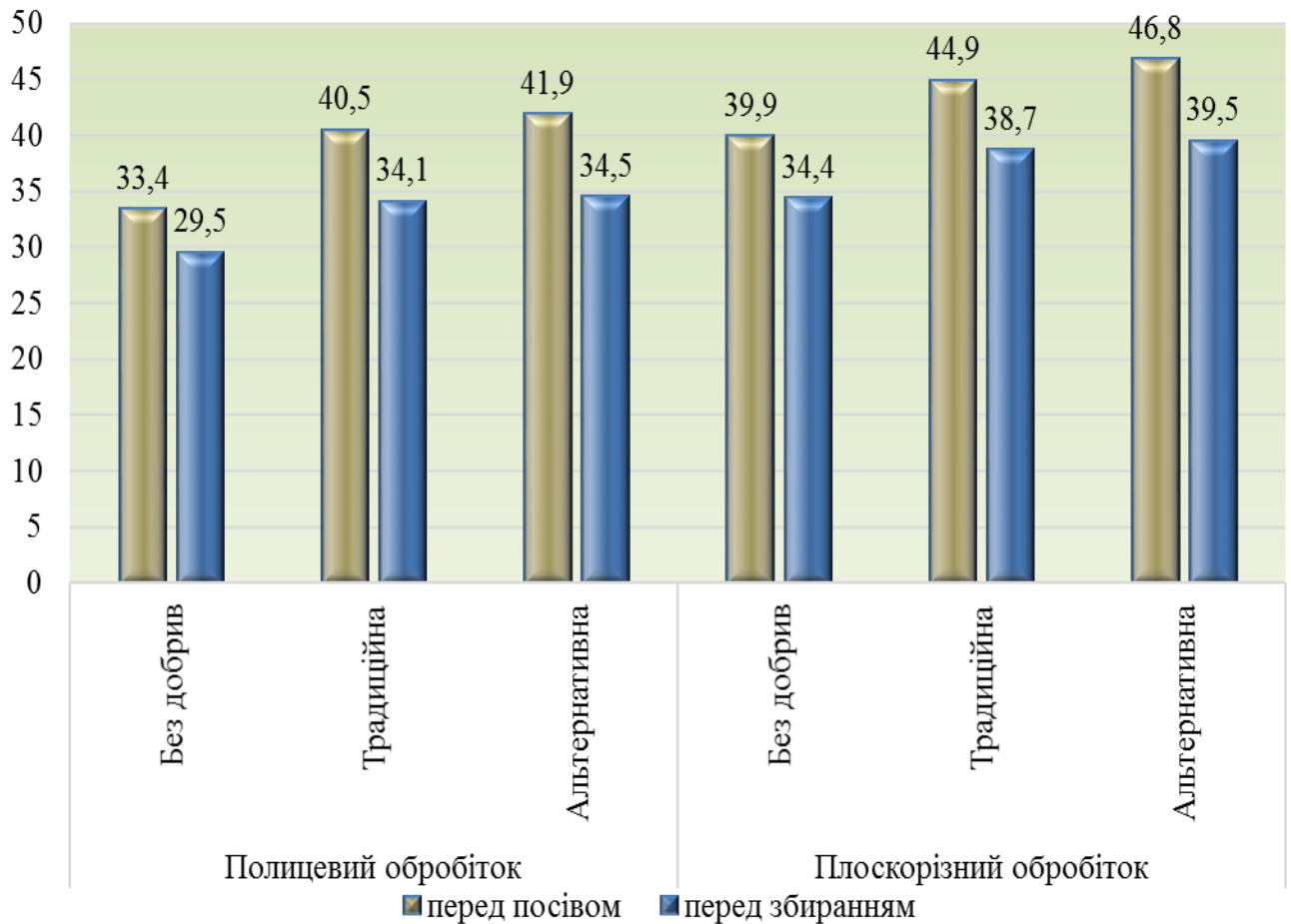


Рис. 3.4. Зміна запасів продуктивної вологи у посівах жита за різних агротехнологій (середнє за 3 роки, шар 0-30 см), мм [19]

Тривале застосування традиційної та альтернативної систем удобрення сприяло збільшенню в шарі 0–30 см запасів продуктивної вологи на фоні оранки на 21,3 і 25,4 %, а плоскорізного розпушування – на 12,5 і 17,3 % [18, 19].

На період збирання урожаю вищі запаси доступної вологи по обробітках сформувались на варіанті ґрунтозахисної технології– у шарі 0–30 см приріст становив 4,9 мм або 16,6 % (фон без удобрення) порівняно з контролем. Застосування традиційної та альтернативної систем удобрення сприяло збільшенню запасів продуктивної вологи на фоні оранки на 15,6 і 16,9 %, а плоскорізного рихлення – на 12,5 і 14,8 % [19].

3.3. Вплив елементів екологізації агротехнологій на продуктивність жита озимого в досліді

Аналіз даних продуктивності культури показав, що впродовж 2014–2016 рр. перевага ґрунтозахисних технологій, які базуються на безполицевому обробітку забезпечила тенденційне підвищення показника (рис. 3.3).

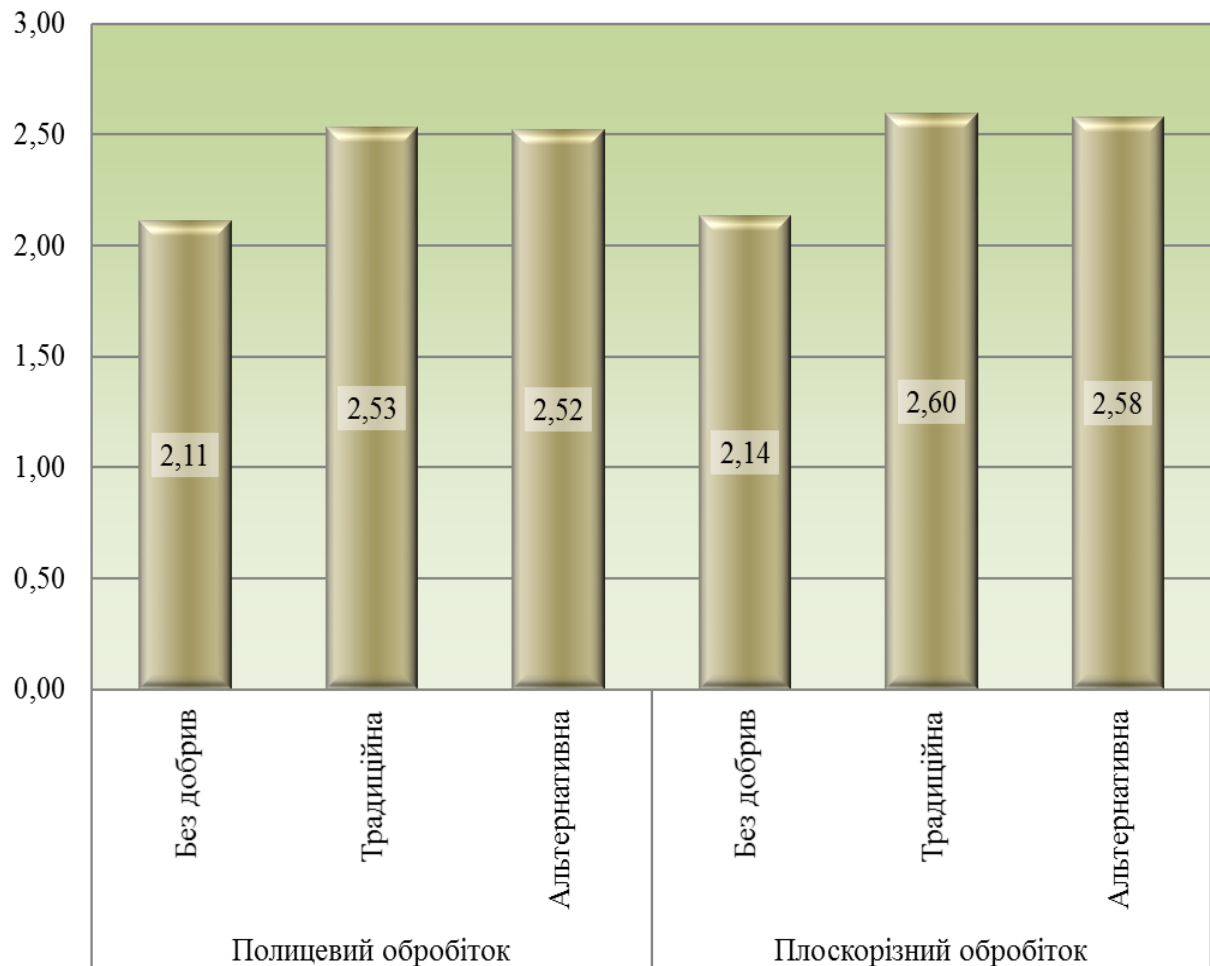


Рис. 3.5. Урожайність жита озимого в досліді за різних способів основного обробітку та систем удобрення, т/га (НІР₀₅ (заг.) у 2014 і 2015 рр. – 0,22 т/га, у 2016 р. – 0,21 т/га) [19]

Застосування традиційної системи удобрення забезпечило приріст врожаю зерна відносно контролю (без добрив) за полицевого обробітку 0,42 т/га або 19,9 %, а плоскорізного – 0,46 т/га або 21,5 %. За альтернативної системи за полицевого обробітку приріст становив 0,41 т/га або 19,4 %, а плоскорізного – 0,44 т/га або 20,6 % порівняно з контролем [19].

3.4. Енергетична та економічна оцінка елементів технології вирощування жита озимого в досліді

Важливим критерієм оцінки енергетичної доцільності агротехнології є співвідношення кількості валової енергії, накопиченої у врожаї зерна і соломи, до суми енергії, витраченої на отримання вирощеної продукції [3]. Воно виражається коефіцієнтом енергетичної ефективності (K_{ee}) (табл. 3.2). У досліді на контрольних варіантах (без добрив) цей показник складає: за полицевого обробітку – 2,5, а плоскорізного – 2,62 [18, 19]. Найбільш затратними з енергетичної точки зору були пальне та мінеральні добрива [3].

Таблиця 3.2

Енергетична ефективність елементів агротехнологій при вирощуванні жита озимого (середнє за 2014–2016 рр.) [19]

Спосіб обробітку ґрунту	Варіант системи удобрення	Збір сухої речовини, т/га	Енергоємність врожаю, ГДж / га	Спожита енергія, ГДж / га	K_{ee}
Полицевий обробіток	Без добрив	1,82	38,04	15,20	2,50
	Традиційна	2,18	45,60	18,10	2,52
	Альтернативна	2,17	45,40	17,20	2,64
Плоскорізний обробіток	Без добрив	1,84	38,48	14,70	2,62
	Традиційна	2,23	46,76	17,60	2,66
	Альтернативна	2,22	46,42	16,70	2,78

Системи удобрення забезпечили підвищення рівня енергетичної ефективності виробництва зерна, особливо на альтернативній системі за обох фонів основного обробітку ($K_{ee}=2,64–2,78$). Традиційна система удобрення також забезпечила високий рівень енергетичної ефективності – 2,52-2,66 [19].

Також встановлено, що виробництво зерна жита озимого за запропонованими технологіями є економічно рентабельним (табл. 3.5). Найвищий умовно чистий прибуток в досліді зафіксовано за ґрунтоощадної технології з альтернативною системою удобрення [19].

Таблиця 3.5

**Економічна ефективність агротехнологій жита озимого
(середнє за 2014–2016 рр.) [19]**

Спосіб обробітку грунту	Варіант удобрення	Урожайність, т/га	Вартість продукції, тис. грн/га	Витрати на виращування, тис. грн/га	Собівартість, тис. грн/т	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рівень рентабельності, %
Полицевий обробіток	Без добрив	2,11	11,6	5,4	2,56	6,2	115
	Традиційна	2,53	13,9	7,4	2,92	6,5	88
	Альтернативна	2,52	13,9	6,7	2,66	7,2	107
Плоскоріз- ний обробіток	Без добрив	2,14	11,8	4,9	2,29	6,9	140
	Традиційна	2,60	14,3	6,9	2,66	7,4	107
	Альтернативна	2,58	14,2	6,2	2,41	8,0	129

Висновки до розділу 3:

1. В умовах дослідів тривале застосування плоскорізного обробітку забезпечило суттєве збільшення вмісту гумусу, проте, зросла кислотність.
2. У ґрунтах з низьким вмістом гумусу визначальним чинником регулювання агрофізичних і водно-фізичних показників є органо-мінеральна система удобрення. Так, в умовах дослідів її використання забезпечило зниження твердості та структурно-агрегатного стану ґрунту в шарі 0-20 см майже до оптимальних рівнів.
3. На варіантах полицевого та плоскорізного обробітку урожайність культури була рівнозначною.
4. Системи удобрення забезпечили високий рівень енергетичної ефективності агровиробництва. Найвищий рівень умовно чистого прибутку в досліді зафіксовано на варіантах безполицевого розпушування на фоні альтернативної системи удобрення.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. В умовах Житомирського Полісся за тривалого застосовування плоскорізного обробітку зафіксовано суттєве збільшення вмісту гумусу в ґрунті порівняно з традиційною технологією на базі полицевого рихлення. На агрофонах без добрив приріст показника становив 24,4 %, що відповідає збільшенню енергопотенціалу ґрунту на 5,8 ккал/кг, а на фоні систем удобрення вміст гумусу збільшився на 21,8-22,2 % або 5,6-6,1 ккал/кг відносно полицевого обробітку.

2. За традиційного обробітку (оранка) без добрив зафіксовано щільне складення ґрунту ($31,3 \text{ кг/см}^2$), а тривале застосовування плоскорізу з рекомендованою чи альтернативною системами удобрення забезпечило зниження твердості до значень, близьких до оптимальних – до $16,2\text{--}17,5 \text{ кг/см}^2$. Крім того, за переходу на безполицевий основний обробіток суттєво покращився структурно-агрегатний стан ясно-сірого лісового ґрунту.

3. Ґрунтоощадні агротехнології сприяли збільшенню запасів продуктивної вологи у 0–30 см перед жита озимого на фоні плоскорізного обробітку на 19,5 %. Застосування систем удобрення забезпечило підвищення зазначеного показника на фоні оранки на 21,3–25,4 %, а плоскорізного розпушування – на 12,5–17,3 %.

4. Ґрунтоощадні технології, які базуються на безполицевому обробітку, на варіанті без добрив забезпечили лише тенденційне підвищення урожайності жита. Застосування традиційної системи удобрення забезпечило приріст врожаю зерна відносно контролю (без добрив) за полицевого обробітку на 0,42 т/га (19,9 %), а плоскорізного – 0,46 т/га (21,5 %). За альтернативної системи за полицевого обробітку приріст становив 0,41 т/га (19,4 %), а плоскорізного – 0,44 т/га або 20,6 %.

5. У досліді коефіцієнт енергоефективності на контрольних варіантах за полицевого обробітку становив 2,5, а плоскорізного – 2,62. Системи удобрення сприяли підвищенню рівня енергетичної ефективності виробництва зерна,

особливо на альтернативній системі за обох фонів основного обробітку ($K_{ee}=2,64-2,78$). Однак, традиційна система також забезпечила високий рівень енергетичної ефективності – 2,52–2,66. Найвищий рівень умовно чистого прибутку в досліді зафіксовано за ґрунтоощадної технології з альтернативною системою удобрення – 8 тис.грн/га.

Отже, в умовах Житомирського Полісся перехід на безполицеві способи основного обробітку та використання як традиційної для зони, так і альтернативної систем удобрення створюють умови для оптимізації агрофізичних показників ґрунту, накопичення в орному шарі вищих запасів продуктивної вологи та більш раціонального їх використання протягом вегетації жита озимого.

Пропозиції виробництву. Систематичне застосування ґрунтоощадних технологій на основі плоскорізного обробітку на 18-20 см та альтернативної системи удобрення (зі зменшеними нормами міндобрив і компенсацією потреби в елементах за рахунок застосування соломи і сидерату в сівозміні) забезпечує підвищення урожайності жита озимого і покращання агроекологічного стану ясно-сірого лісового ґрунту, що проявляється у підвищенні енергопотенціалу ґрунту (розрахованого за вмістом гумусу), поліпшення агрофізичних та водно-фізичних показників родючості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агроэкологическая оценка земель Украины и размещение сельскохозяйственных культур / За ред. В. В. Медведева. – К.: Аграрная наука, 1997. – 162 с.
2. Балюк С. А. Ґрунтові ресурси України: стан і заходи їх поліпшення / С. А. Балюк // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 6. – С. 6–7.
3. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва (Науково-методичне забезпечення) / Ю. О. Тараріко, О. Ю. Несмашна, Л. Д. Бердніков – К.: Аграр. наука, 2005. – 200 с.
4. Боднарук Я. М. Генетико-морфологічна характеристика ґрунтів Полісся: Методичні поради (для студентів спеціальностей “Агрономія”, “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”) / Я. М. Боднарук, Л. Л. Довбиш, М. М. Кравчук, Б. В. Матвійчук. – Житомир: ЖНАЕУ, 2011 – 62 с.
5. Будьонний Ю. В. Шевченко М. В. Ґрунтозахисна ресурсозберігаюча система основного обробітку ґрунту під культури в польових сівоzmінах для умов Лівобережного Лісостепу України // Вісник Львівського ДАУ. Сер. Агрономія. – Львів, 2004. – № 8. – С. 67–72.
6. Веремеєнко С. І. Агроекологічні принципи оцінки стану та управління продуктивністю ґрунтів Західного Полісся України: дис... д-ра с.-х. наук: 06.00.03 / Веремеєнко Сергій Іванович; Українська держ. академія водного господарства. – Рівне, 1997. – 460 с.
7. Веремеєнко С. І. Семенко Л. О. Сучасні проблеми деградації ґрунтів – трофічний аспект // Наукові горизонти. «Scientific horizons». – Житомир, 2019. – № 1 (74). – С. 69–75. doi: <https://doi.org/10.332491/2663-2144-2019-74-1-69-75>.
8. Галич М. А., Стрельченко В. П. Агроекологічні основи використання земельних ресурсів Житомирщини. Житомир: Волинь, 2004. – 184с.

9. Греков В. О. Адаптація національної системи охорони ґрунтів до проекту рамкової ґрунтової директиви ЄС та Ради Європи / В.О. Греков, О. Г. Тараріко, В. М. Панасенко, С. Г. Мудрик, О. М. Фролова // *Агроекологічний журнал*. – 2011. – № 2. – С.45–51.
10. Греков В. О. Охорона і відтворення родючості ґрунтів у зональних агросистемах / В.О. Греков, Л.В. Данько // *Агроекологічний журнал*. – 2009. – № 1. – С.43–45.
11. Дібров Б. І. Ґрунти Житомирської області / Б. І. Дібров; за ред. Н. Б. Вернандер. – К. : Урожай, 1969. – 59 с.
12. ДСТУ 7858:2015. Якість ґрунту. Стаціонарні польові дослідження. Вимоги до закладання польових дослідів. [Чинний від 2016-07-01]. К.: УкрНДНЦ, 2016. 9 с.
13. Каленська С. (2004). Производство зерна озимой ржи в Украине. *Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН: спец. вип.* С. 90–98.
14. Кирилюк В. П. Продуктивність культур сівозміни залежно від систем основного обробітку ґрунту. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2011. Вип. 1–2. С.77–85.
15. Кіт М. Г. Клімат ґрунтів і його роль у процесах ґрунтоутворення / М. Г. Кіт // *Агрохімія і ґрунтознавство. Ґрунтознавство та агрохімія на шляху до сталого розвитку України. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Спец. Випуск до VI з'їзду УТГА (1-5 липня 2002 р., м. Умань)*. – Х.: ННЦ “Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського”. – 2002. – С.91-93.
16. Костриця М. Ю. Географія Житомирської області. – Житомир: ВКО “Газета ”Житомирський вісник””, 1993. – 200 с.
17. Кравчук М. М. Кропивницький Р. Б., Довбиш Л. Л., Яковенко О. П. Зміна агрофізичних показників світло-сірого лісового ґрунту залежно від способів основного обробітку та удобрення в Правобережному Поліссі // *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. – 2016. – Вип. 3–4. – С. 12–22.
18. Кравчук М. М., Кропивницький Р. Б., Андріяш В. В., Климчук В. В., Мисько К. В. Зміна агрофізичних показників ґрунту та продуктивності картоплі за

- грунтозахисних агротехнологій. *Наукові горизонти*, «Scientific horizons». 2019. № 11 (84). С.61-68. doi: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-61-68.
19. Кравчук М. М., Наумець Г. Ф., Колихан О. Ю., Стецюк Д. В. Ефективність ґрунтозахисних агротехнологій в умовах Центрального Полісся України. *Sciences of Europe* (Praha, Czech Republic). – 2020. – № 59. Vol. 2. 20-24.
 20. Медведев В. В. Твердость и твердограммы в исследованиях по обработке почв // *Почвоведение*. – 2009. – № 3. – С. 325–336.
 21. Медведєв В. В. Родючість ґрунтів: моніторинг та управління / В.В. Медведєв, Г.Я. Чесняк, М.І. Полупан та ін.; за ред. В.В. Медведєва.– К.: Урожай, 1992. – 248 с.
 22. Медведєв В. В. Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства / В.В. Медведєв, С.Ю. Булигін, С.А. Балюк та ін.; за ред. В.В. Медведєва, М.В. Лісового. – Харків: ШТРИХ, 2001. – 100 с.
 23. Медведєв В. В. Твердість ґрунту як критерій для обґрунтування технологій і технічних засобів його обробітку // *Вісник аграрної науки*. – 2010. – № 4. – С. 14–18.
 24. Методика суцільного ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України / За ред. акад О. О. Созінова, Б. С. Прістера. – К.: МСГіП, 1994. – 162 с.
 25. Мойсейчик В., Шавкунова В. (1986). Агрометеорологические условия перезимовки и формирование урожая озимой ржи. Л.: Гидрометеойздат, 165.
 26. Національна доповідь “Про стан родючості ґрунтів України” // Посібник українського хлібороба. – 2011. – С.41–69.
 27. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, ФОП Грінь Д.С. – 2016. – 350 с. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/NacDopovid2014.pdf>
 28. Носко Б. С. Проблеми і перспективи підвищення родючості ґрунтів України // *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Серія “Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство”*. – 2004. – №1. – С.24-27.

29. Панас Р. Сучасні проблеми зниження родючості ґрунтів України і перспективи її відтворення та збереження / Р. Панас // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Випуск II(26). – 2013. – С. 102-106.
30. Полупан М. І. Класифікація ґрунтів України / М. І. Полупан, В. Б. Соловей, В. А. Величко; Нац. наук. центр «Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського» УААН. – К. : Аграр. наука, 2005. – 300 с.
31. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Житомирської області у 2018 році / Управління екології та природних ресурсів. Режим доступу:
http://www.ecology.zt.gov.ua/reg.dop.2018_compressed.pdf.
32. Розанов А. Б., Розанов Б. Г. Экологические последствия антропогенных изменений почв / А. Б. Розанов, Б. Г. Розанов. – М.: ВИНТИ, 1990. – 153 с.
33. Сайко В. Ф. Вилучення з інтенсивного обробітку малопродуктивних земель та їхнє раціональне використання: методичні рекомендації / В. Ф. Сайко, В. В. Медведєв, С. Ю. Булигін [і ін.]; За ред. В. Ф. Сайко. – К.: Аграрна наука, 2000. – 38с.
34. Серый А. И. Почвы Украинского Полесья и пути повышения их плодородия и рационального использования / А. И. Серый, П. П. Надточий. – К.: РИОУСХА, 1985. – 85 с.
35. Стратегія розвитку Житомирської області на період до 2020 року. Додаток до рішення Житомирської обласної ради від 19.03.2015.– №1403 – 152 с. Режим доступу: http://dfrr.minregion.gov.ua/foto/projt_reg_info_norm/2016/02/Strategiya-rozvitku-ZHitomirskoyi-obl..pdf
36. Сучасні технології відтворення родючості ґрунтів та підвищення продуктивності агросистем / за ред. Ю.О. Тараріко. – К.: Аграрна наука, 2004. – 126 с.
37. Технологія відтворення родючості ґрунтів у сучасних умовах / під ред. С. М. Рижук, В. В. Медведєва. – К., 2003. – 213 с.
38. Тимощук Т. М., Чайка О. В. , Ничипорук В. В. , Орищук О. С., Ничипорук О. О. Сорт як фактор формування стійких агроценозів жита озимого. Вісник

- Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». Вип. 3 (25), 2013. С. 218-221.
39. Трембіцький В. А. Агроєкологічний стан ґрунтів Правобережного Полісся України, вдосконалення управління їх родючістю і продуктивністю агроценозів:// В. А. Трембіцький Дис... канд. с.-г. наук: 03.00.16. – К., 2004. –215 с.
 40. Третьак А. М. Методичні рекомендації оцінки екологічної стабільності агроландшафтів та сільськогосподарського землекористування / А. М. Третьак, Р. А. Третьак, М. І. Шквир. – К.: Інститут землеустрою УААН, 2001. – 25 с.
 41. Трускавецький Р. С. Агроєкологічні особливості ґрунтового покриття Полісся і гармонізація їх основних функцій / Р. С. Трускавецький, Ю. Л. Цапко, А. П. Кудрик і ін. // Екологія: проблеми адаптивно-ландшафтного землеробства: Доп. учасн. міжнар. конф. (16–18 черв. 2005 р.). – Житомир, 2005. – С. 112–117.
 42. Український інститут експертизи сортів рослин. Заявка на сорт. Патент № 0781. 2009. Вип. № 1. част. 2 № 03003003. Режим доступу: <http://sort.sops.gov.ua/cultivar/view/11224>.
 43. Цупенко Н. Ф. Справочник агронома по метеорологии. – К.: Урожай, 1990. – 240 с.
 44. Шикула М. К. Відтворення родючості у ґрунтозахисному землеробстві / М. К. Шикула, О. Ф. Гнатенко, М. В. Капшик та ін. – К.: Оранта, 1998. – 680 с.
 45. Chen Y. L., Palta J. Clements J., Buirchell B., Kadambot H. M., Siddique, Rengel Z. (2014) Root architecture alteration of narrow-leaved lupin and wheat in response to soil compaction. *Field Crops Research*. Vol. 165. P. 61–70. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.04.007>.
 46. Kadžienė G.; Munkholm L. J.; Mutegi J. K. (2011) Root growth conditions in the topsoil as affected by tillage intensity *Geoderma*. Vol. 166. Issue 1. Pages 66–73. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2011.07.013>.

47. Nelson K. A., Smeda R. J., Smoot R. L. (2011). Spring-interseeded winter rye seeding rates influence weed control and organic soybean yield. *International Journal of Agronomy*, Vol. 2011, Article ID 571973, 1–7; doi: <https://doi.org/10.1155/2011/571973>.
48. Taylor H. M., Brar G. S. (1991). Effect of soil compaction on root development. *Soil and Tillage Research*. Vol. 19. Issues 2–3. P. 111–119. doi: [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(91\)90080-H](https://doi.org/10.1016/0167-1987(91)90080-H).
49. Torbert H. A. & Wood C. W. (1992) Effects of soil compaction and water-filled pore space on soil microbial activity and N losses. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. Vol. 23. Issue 11–12. P. 1321–1331. doi: <https://doi.org/10.1080/00103629209368668>.