



# Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 631.81:631.86:095  
(477.42)

© 2022

## СТРАТЕГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОДУКТИВНІСТЮ АГРОЦЕНОЗІВ У СИСТЕМІ ОСУШУВАНОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

С.М. Рижук<sup>1</sup>, Г.М. Кочик<sup>2</sup>, А.О. Мельничук<sup>3</sup>, Г.А. Кучер<sup>4</sup>, О.І. Савчук<sup>5</sup>

<sup>1</sup>доктор сільськогосподарських наук, академік НААН

<sup>2, 3, 5</sup>кандидати сільськогосподарських наук

Інститут сільського господарства Полісся НААН

Київське шосе, 131, м. Житомир, 10007, Україна

e-mail: <sup>1</sup>isgpo\_zl@ukr.net, <sup>2</sup>isgp.kor21@gmail.com, <sup>3</sup>andriy\_melnychuk@ukr.net,

<sup>4</sup>isgpkor@ukr.net, <sup>5</sup>grunt17isgp@gmail.com

Надійшла 21.06.2022

**Мета.** Удосконалити зональні агротехнологічні аспекти вирощування ринково орієнтованих культур у системі осушувального землеробства. **Методи.** Закладання дослідів та проведення досліджень здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик польових і лізіметричних дослідів у землеробстві та рослинництві. **Результати.** Наведено результати експериментальних досліджень щодо ведення високоефективного керованого землеробства на осушуваних землях, яке забезпечує створення найсприятливіших умов для формування високопродуктивних агроценозів і розширення їх продуктивних функцій у зоні Полісся. Досліджено вплив цілеспрямованої оптимізації технологічних параметрів основних ланок меліоративного землеробства: водно-повітряного і поживного режимів осушувального ґрунту з використанням сівозмінного фактора на формування врожайності товарного зерна комерційно привабливих культур. Удосконалено адаптивні до умов Полісся системи удобрення під інтенсивні технічні культури. Досліджено вплив додаткового регулювання водно-повітряного режиму осушувального ґрунту відповідно до вимог культур (сприятливі умови зволоження) на їхню урожайність. Оновлено й уточнено нормативи витрат біогенних елементів живлення на формування врожаю. Визначено економічні параметри технологій – точки беззбитковості, за яких досягається ефективно вирощування культур. Оцінено потенціал продуктивності запропонованої інтенсивної короткоротаційної сівозміни, спрямованої на ринкові умови господарювання. **Висновки.** Стратегічне управління водно-повітряним і поживним режимами ґрунту з ефективним живленням рослин в умовах досконалої меліоративної системи дає змогу в зоні Полісся підвищити продуктивність ріллі в 2,8 рази (з 40 ц/га к. од. до 110 ц/га), що забезпечує ефективний розвиток рос-

**линницької галузі на цій території та раціональне використання ресурсного потенціалу осушуваних земель.**

**Ключові слова:** Полісся, осушувані землі, короткоротаційна сівозміна, системи удобрення, живлення рослин, водний режим, оптимізація.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202207-07>

Ринкові умови в аграрній сфері, глобальні та регіональні зміни клімату зумовили перегляд і поліпшення установлених підходів до ведення землеробства в зоні Полісся [1, 2]. Насамперед підвищення агропромислового виробництва на цій території в перспективі значною мірою залежатиме від створення економічних засад, організації інноваційного виробництва сільськогосподарської продукції на осушуваних землях, які в структурі землекористування займають 3,2 млн га [3–5]. Для розв'язання цієї проблеми потрібні поглиблені дослідження і нові рішення щодо доцільності інтенсивного використання осушуваних земель і ефективного використання додаткового теплового ресурсу, який з'явився в зоні Полісся через глобальні зміни клімату [6, 7].

Сучасне агропромислове виробництво з переходом на ринкові відносини потребує збільшення обсягів виробництва валових зборів товарного зерна ринково орієнтованих культур (сої, кукурудзи, соняшнику) [8, 9]. Тому в останнє десятиліття площі посівів під цими культурами стрімко збільшилися навіть у зоні Полісся, де раніше їх взагалі не вирощували, оскільки вони порівняно з традиційними поліськими культурами є вимогливіші до ґрунтового, теплового, світлового і поживного ресурсів [10]. Однак рівень отриманих урожаїв у зоні Полісся, який значно нижчий порівняно із загальним в Україні, особливо за вирощування на осушуваних землях, не зовсім задовольняє землевласників. Це пов'язано з тим, що для вирощування на меліоративній території високотехнологічних культур чітких науково обґрунтованих регіональних рекомендацій немає. У зоні Полісся часто застосовують агротехнології, розроблені для Лісостепу і Степу. Потенціал сучасних сортів і гібридів цих культур реалізується в середньому на 50% від можливого рівня, що свідчить про неефективне управління продуктивністю агроценозів [11]. Тому

агротехнологічні основи вирощування комерційно привабливих культур, управління їхнім продукційним процесом в інтенсивних короткоротаційних сівозмінах і стабілізація урожайності за роками в системі осушуваного землеробства набули важливості, особливо через зміни клімату в зоні Полісся, і потребують сучасного наукового обґрунтування. З огляду на це виникла потреба орієнтованого корегування технологічних рішень з урахуванням як традиційних, так і сучасних досліджень. Вони полягають у пошуці ефективних способів адаптивного рослинництва, які забезпечать у зоні Полісся збільшення і стабілізацію продуктивності провідних культур [12, 13].

Нині питання оптимізації розміщення цих культур у вузькоспеціалізованих сівозмінах, орієнтованих на ринкові умови господарювання, недостатньо вивчене [14]. Тому виникла потреба в удосконаленні на меліорованих землях типів ефективних сівозмін з короткою ротацією, оптимізації асортименту культур у структурі сівби, побудованих на науковій основі [15, 16]. Якщо раніше в сівозмінах домінували питання біологічної сумісності культур і адаптивності, то тепер важливіше знати засоби, які б дали змогу компенсувати недоліки попередників завдяки ефективному вологонакопиченню та балансуванню поживного режиму [17].

Новітні регіональні інноваційні агротехнології вирощування інтенсивних технічних культур мають бути адаптованими до конкретних регіональних умов і сучасних змін клімату, здатними послабити негативний вплив природного середовища зони Полісся та спрямованими на оптимізацію їхніх умов вирощування, зокрема поліпшення водного і поживного режимів осушуваних ґрунтів Полісся. В основі перспективних технологій для одержання додаткових врожаїв у зоні Полісся має бути регулювання водного режиму ґрунтів відповідно до вимог культур, яке забезпечують осушувальні системи [4, 6].

Нині залишаються недостатньо вивченими питання стратегії оптимізації поживного режиму осушуваних ґрунтів, особливо за відсутності гною, і ефективного збалансованого живлення агроценозів [18, 19]. Часто збільшення обсягів внесення добрив під інтенсивні технічні культури не забезпечує відповідного зростання їхньої врожайності внаслідок зменшення ефективності застосування добрив. Важливо й те, що цілеспрямоване управління живленням рослин є одним з найефективніших методів посилення адаптації рослин до несприятливих погодних умов [20]. Залишається недостатньо дослідженою роль застосування в інноваційних технологіях позакореневих підживлень комплексними добривами нового покоління з широким спектром мікроелементів для управління вегетацією рослин і створення високопродуктивних агроценозів [21, 22].

Отже, всі наукові дослідження щодо проблеми вирощування інтенсивних технічних культур у зоні Полісся на низькородючих дерново-підзолистих ґрунтах є актуальними. Реалізація зазначених пріоритетних напрямів досліджень дасть змогу впровадити в агропромислове виробництво прогресивні технології, стійкі до стресових чинників навколишнього середовища, забезпечить формування високопродуктивних агроценозів у зоні Полісся та стабілізацію урожайності інтенсивних технічних культур за роками, загалом сприятиме підвищенню ефективності використання осушуваних земель і прогресивному розвитку сільського господарства на цій території.

**Мета досліджень** — установити основні закономірності процесів формування продуктивності ринково орієнтованих культур (кукурудзи, сої, соняшнику, люпину вузьколистого) в інтенсивній короткоротаційній сівозміні залежно від різних систем відтворення агроекологічних функцій ґрунту і рівнів вологозабезпечення рослин та вдосконалити зональні агротехнологічні аспекти вирощування їх у системі осушуваного землеробства.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження з вивчення ефективності різних систем удобрення і режимів вологозабезпечення рослин та їх комплексний вплив

на формування продуктивності інтенсивних технічних культур проводили впродовж 2016–2020 рр. в Інституті сільського господарства Полісся НААН (правобережне Полісся України) в класичному стаціонарному лізіметричному досліді. Ґрунт у лізіметрах дерново-середньопідзолистий супіщаний на морені. Глибина орного шару — 20–22 см, його агрохімічні показники: вміст гумусу — 1,1%; рухомого фосфору — 17,7 мг/100 г ґрунту; обмінного калію — 9,4 мг-екв/100 г ґрунту; рН сольове — 5,9. Двостороннє регулювання водного режиму ґрунту (періодичне застосування осушування і підґрунтового зрошення) проводили залежно від погодних умов впродовж вегетаційного періоду. У лізіметрах упродовж вегетаційного періоду підтримувався заданий рівень ґрунтових вод на глибині 100 см від поверхні завдяки відведенню або подачі води за допомогою пристроїв водорегулювання.

Дослідження проводили в запропонованій інтенсивній зерновій короткоротаційній (5-пільній) сівозміні зональної модифікації, в якій вирощували комерційно привабливі культури з таким їх чергуванням: 1 — кукурудза на зерно (середньоранній гібрид ДН Гарант); 2 — соя на зерно (скоростиглий сорт Ворскла); 3 — соняшник (середньоранній гібрид Ясон); 4 — кукурудза на зерно (середньоранній гібрид ДН Гарант); 5 — люпин вузьколистий (ранньостиглий сорт Грозинський-9). Ця сівозміна відповідає сучасним ринковим умовам, розрахована на рослинницьку спеціалізацію господарств, спрямована на збільшення обсягів виробництва продукції та підвищення ефективності використання меліорованих земель.

Схема внесення макро- і мікродобрив у запропонованій сівозміні для відтворення агроекологічних функцій осушуваного ґрунту і живлення рослин має такі системи удобрення: 1 — без добрив — контроль № 1 (фон природної родючості ґрунту); 2 — 12 т гною +  $N_{62}P_{60}K_{78}$  (органо-мінеральна); 3 —  $N_{62}P_{60}K_{78}$  — контроль № 2 (базова мінеральна); 4 —  $N_{62}P_{60}K_{78}$  + позакореневе підживлення добривом Ярило (удосконалена мінеральна); 5 —  $N_{62}P_{60}K_{78}$  + позакореневе підживлення добривом Реастим (удосконалена мінеральна); 6 —  $N_{62}P_{60}K_{78}$  + сидерат

(8 т/га) + побічна продукція 7,4 т/га (альтернативно-відновлювальна).

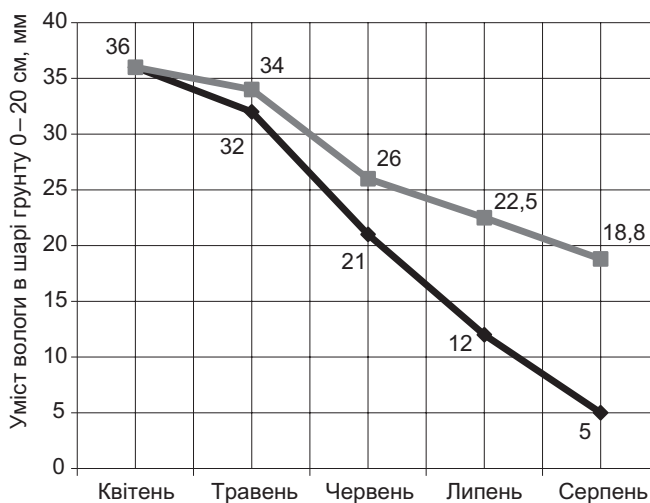
Для оптимізації живлення рослин у технологічних процесах, крім традиційних мінеральних добрив, застосовували нові види водорозчинних комплексних добрив на хелатній основі українського виробництва (Фірма Реаком, група компаній Ярило, Україна). Ці добрива збагачені мікроелементами в легкодоступній для рослин формі відповідно до фізіологічних потреб культур і спрямовані на реалізацію потенційних можливостей сучасних сортів і гібридів. Позакореневі підживлення (обприскування посівів) комплексними мікродобривами проводили в критичні періоди росту і розвитку рослин у рекомендованій дозі (3 л/га) у 2 терміни.

Закладали дослід і проводили дослідження відповідно до загальноприйнятих методик польових дослідів у землеробстві та рослинництві [23].

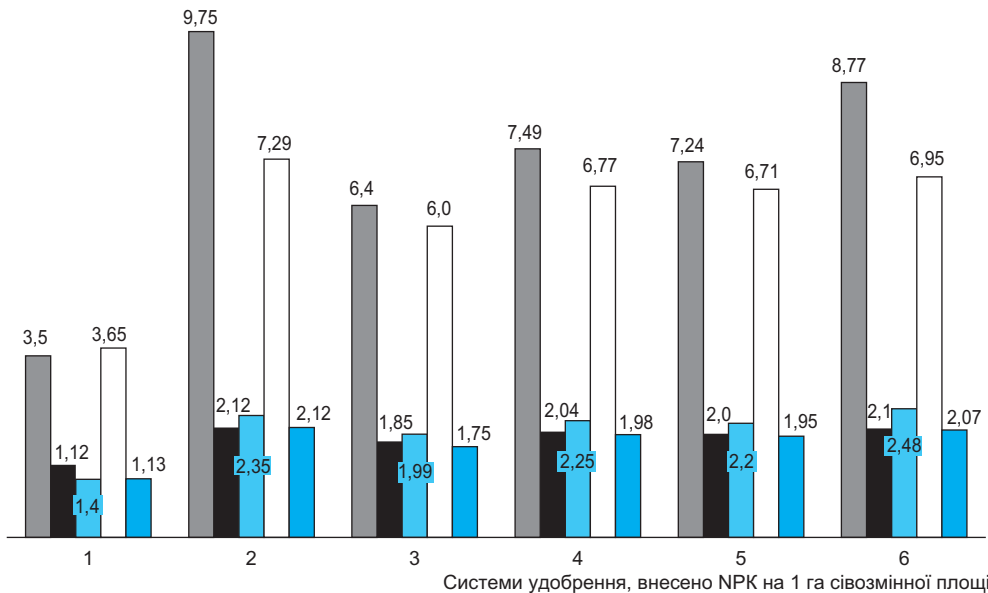
**Результати досліджень.** Аналіз основних метеорологічних показників засвідчив, що погодні умови впродовж проведення досліджень в окремі періоди дещо відрізнялися від середньобогаторічних, які є типовими для зони Полісся. Опади в часі розподілялися нерівномірно, тому були й бездощові періоди. Завдяки регулюванню водного

режиму рівень зволоження в осушуваному ґрунті був достатнім (рис. 1). Загалом погодні умови характеризувалися достатньою кількістю тепла і сприяли росту і розвитку теплолюбних культур у досліджуваній сівозміні. Сума ефективних температур в усі роки була достатньою для дозрівання зерна ранньостиглих сортів і гібридів.

У результаті проведених досліджень встановлено, що формування врожайності культур в інтенсивній короткоротаційній сівозміні значною мірою залежало від основних контрольованих чинників — режимів вологозабезпечення рослин і різних систем відтворення його агроекологічних функцій. Чинник удобрення є одним з основних у комплексі заходів, що найбільше регулює рівень урожайності культур. Визначено середні показники формування урожайності запропонованим набором культур інтенсивної сівозміни залежно від різних систем удобрення, отриманих в умовах природного зволоження (без регулювання водно-повітряного режиму) (рис. 2). Так, на фоні природної родючості осушуваного дерново-підзолистого ґрунту (без добрив) в умовах природного зволоження агропотенціал кукурудзи становив 3,57 т/га, сої — 1,40, соняшнику — 1,12, люпину вузьколистого — 1,13 т/га. Встановлено, що на фоні



**Рис. 1.** Динаміка запасів води в орному шарі (0–20 см) дерново-підзолистого ґрунту впродовж вегетації кукурудзи, 2019–2020 рр.: —◆— на фоні без регулювання водного режиму осушуваного ґрунту; —■— на фоні з регулюванням водного режиму осушуваного ґрунту



**Рис. 2.** Урожайність культур інтенсивної короткоротаційної сівозміни в умовах природного зволоження осушуваного дерново-підзолистого ґрунту залежно від різних систем відтворення його агроекологічних функцій, т/га: 1 – без добрив – контроль; 2 – 12 т гною +  $N_{62}P_{60}K_{78}$ ; 3 –  $N_{62}P_{60}K_{78}$ ; 4 –  $N_{62}P_{60}K_{78}$  + позакореневе підживлення Ярило; 5 –  $N_{62}P_{60}K_{78}$  + позакореневе підживлення Реастим; 6 –  $N_{62}P_{60}K_{78}$  + сидерат (8 т/га) + побічна продукція 7,4 т/га; ■ – кукурудза; ■ – соя; ■ – соняшник; □ – кукурудза; ■ – люпин на зерно (на фоні без регулювання водно-повітряного режиму осушуваного ґрунту)

ефективної родючості такого ґрунту врожайність цих культур значно зростає (табл. 1). Так, комплексне застосування технологічних чинників, зокрема цілеспрямована оптимізація водно-повітряного та поживного режимів і використання сівозмінного чинника короткої ротації забезпечило отримання товарного зерна кукурудзи в межах 7,59–10,45 т/га з окупністю 1 кг д. р. добрив приростом зерна — 13,7–25,8 кг, умістом білка — 9,1–9,8%, рентабельністю його виробництва — 61,0–74,1%. Оптимізація цих контрольованих технологічних процесів дала змогу отримати урожайність сої 2,32–2,67 т/га з окупністю 1 кг д. р. добрив приростом зерна 4,0–6,2 кг, рентабельністю виробництва — 120–169%. Науково обґрунтована оптимізація цих чинників на фоні ефективної родючості осушуваного ґрунту гарантувала отримання врожайності соняшнику на рівні 2,28–2,89 т/га з окупністю 1 кг д. р. добрив додатковим урожаєм 6,9–7,7 кг, з умістом білка — 17,1–18,4%, олії — 47,6–48,9, рентабельністю виробництва — 81–109%.

Ефективність усіх досліджуваних систем удобрення визначається приростами врожайності порівняно з контролем. Забезпечення оптимального вологозабезпечення і живлення рослин завдяки застосуванню добрив на низькородючих осушуваних ґрунтах і регулювання водного режиму ґрунту дає змогу отримувати високі прирости урожаїв порівняно з фоном природної родючості осушуваного ґрунту (без добрив): кукурудзи — 3,56–7,60 т/га (84–177%); сої — 0,64–0,99 т/га (38–59%); соняшнику — 1,01–1,45 т/га (79–114%); люпину вузьколистого — 0,78–1,27 т/га (59–96%). Результати проведених досліджень свідчать, що додаткове регулювання водно-повітряного режиму осушуваного ґрунту (сприятливі умови зволоження) відповідно до вимог культур є ефективним заходом, який забезпечив у середньому підвищення врожайності культур запропонованої сівозміни: у кукурудзи — 22%, сої — 25,8, соняшнику — 16,7, люпину вузьколистого — 21% порівняно з умовами без

**1. Урожайність культур інтенсивної короткоротаційної сівозміни в умовах сприятливого водного режиму осушуваного дерново-підзолистого ґрунту залежно від різних систем відтворення його агроекологічних функцій, т/га**

№ варіанта	Унесено NPK на 1 га сівозміної площі, система удобрення	Культура сівозміни				
		Кукурудза	Соя	Соняшник	Кукурудза	Люпин на зерно
<i>На фоні з регулюванням водно-повітряного режиму ґрунту</i>						
1	Без добрив — контроль № 1 (фон природної родючості ґрунту)	4,30	1,68	1,27	4,20	1,32
2	12 т гною + N <sub>62</sub> P <sub>60</sub> K <sub>78</sub> Органо-мінеральна	12,10	2,67	2,72	8,80	2,59
3	N <sub>62</sub> P <sub>60</sub> K <sub>78</sub> — контроль № 2 Базова мінеральна	7,89	2,32	2,28	7,18	2,10
4	N <sub>62</sub> P <sub>60</sub> K <sub>78</sub> + позакореневе підживлення добривом Ярило Удосконалена мінеральна	9,29	2,61	2,68	8,13	2,40
5	N <sub>62</sub> P <sub>60</sub> K <sub>78</sub> + позакореневе підживлення добривом Реастим Удосконалена мінеральна	8,98	2,51	2,59	8,05	2,38
6	N <sub>62</sub> P <sub>60</sub> K <sub>78</sub> + сидерат (8 т/га) + побічна продукція 7,4 т/га Альтернативно-відновлювальна	10,92	2,65	2,89	8,43	2,49
Мінімальна врожайність, т/га		4,30	1,68	1,27	4,20	1,32
Максимальна врожайність, т/га		12,10	2,67	2,89	8,80	2,59
Середня врожайність на удобрених варіантах, т/га		9,84	2,55	2,63	8,12	2,39
NIP <sub>05</sub> для водорегулювання, т/га		0,027	0,017	0,025	0,022	0,019
для добрив і взаємодії, т/га		0,098	0,034	0,056	0,071	0,042

регулювання водного режиму (умови природного зволоження). Прирости врожаїв усіх культур сівозміни на 1 кг унесених добрив за доброго вологозабезпечення були вищими, ніж в умовах без регулювання водного режиму осушуваного ґрунту, що пояснюється поліпшенням повітряного і теплового режимів та мікроклімату в агроценозах в умовах досконалої меліоративної системи.

Обґрунтування ефективності різних систем удобрення свідчить, що найефективніший вплив мали органо-мінеральна та альтернативно-відновлювальна системи удобрення. Так, завдяки застосуванню адаптованої органо-мінеральної системи удобрення в сівозміні, яка передбачала внесення на 1 га сівозміної площі 12 т гною і помірних доз мінеральних добрив (N<sub>62</sub>P<sub>60</sub>K<sub>78</sub>), в умовах сприятливого вологозабезпечення

рослин отримано найвищу врожайність: зерна кукурудзи — 10,4 т/га, сої — 2,67, насіння соняшнику — 2,72, зерна люпини вузьколистого — 2,59 т/га. Прирости урожаїв до неудошеного фону становили: товарного зерна кукурудзи — 6,2 т/га (146%), сої — 0,99 т/га (59%), люпину вузьколистого 1,27 т/га (96%), насіння соняшнику 1,45 т/га (114%). За такого рівня удобрення 1 кг д. р. добрив сприяв формуванню найвищих рівнів додаткової продукції: зерна кукурудзи — 25,8 кг, сої — 6,2, люпину вузьколистого — 8,5, насіння соняшнику — 6,9 кг.

Альтернативно-відновлювальна система удобрення, яка передбачала в традиційній органо-мінеральній системі удобрення заміну гною іншими адаптивними джерелами органічної речовини, зокрема побічною продукцією (7,4 т/га сівозміної площі) і післяжнивною сидеральною масою (8 т/га),

сприяла отриманню урожайності товарного зерна кукурудзи на рівні 9,68 т/га, сої — 2,10, люпину вузьколистого — 2,07, насіння соняшнику — 2,48 т/га. За такої системи удобрення окупність 1 кг д. р. добрив додатковим урожаєм становила: у кукурудзи — 22,6 кг, сої — 6,1, люпину вузьколистого — 7,8, соняшнику — 7,7 кг. Тобто за ефективністю щодо формування врожаїв альтернативно-відновлювальна система удобрення (без гною) є достатньо ефективною і майже не поступається адаптивній органо-мінеральній.

Установлено, що ефективність базової мінеральної системи удобрення порівняно з органо-мінеральною і альтернативно-відновлювальною була дещо нижчою. За мінеральної системи живлення рослин урожайність культур у запропонованій сівозміні зменшувалася порівняно з органо-мінеральною системою удобрення: у кукурудзи — на 2,98 т/га (39%), сої — 0,6 т/га (28%), люпину вузьколистого — 0,78 т/га (59%), соняшнику — на 1,02 т/га (44%). Однак застосування лише мінеральних добрив з унесенням їх на 1 га сівозмінної площі в дозі  $N_{62}P_{60}K_{78}$  (без гною) забезпечує достовірні прирости урожаїв до неудобреного фону: зерна кукурудзи — 7,5 т/га, сої — 2,32, люпину вузьколистого — 2,10, товарного насіння соняшнику 2,28 т/га.

Завдяки застосуванню у технологічних процесах багатокомпонентних хелатних комплексних добрив з умістом макро- і мікроелементів (Ярило і Реастим) в умовах достатнього рівня основного мінерального живлення активізувалися ростові процеси рослин, що сприяло збільшенню загальної біомаси та продуктивності культур. Так, завдяки поліпшенню умов живлення рослин висота рослин у середньому збільшувалася на 6–7%, листкова поверхня — на 9–12%, зростала їхня стійкість до стресових чинників природного середовища порівняно з фоном без позакореневих підживлень листостеблової маси. Експериментально встановлено, що проведення 2-разових позакореневих підживлень рослин під час вегетації в критичні періоди їхнього розвитку сучасними рідкими комплексними добривами Ярило і Реастим у рекомендованій дозі 3 л/га на фоні основного удобрення дало змогу

отримати достовірну додаткову врожайність: зерна кукурудзи — 10,2–15,3%, сої — 7,0–10,2, соняшнику — 9,1–13,1, люпину вузьколистого — 10,9–13,1%. Окупність 1 кг добрив приростом урожаю від застосування добрива Ярило була вищою, ніж від застосування добрива Реастим щодо всіх культур сівозміни. Крім того, застосування у технологіях вирощування ринково орієнтованих культур сучасних водорозчинних комплексних добрив — науково доведений спосіб збільшення доступності для рослин поживних речовин. Застосування їх на фоні контрольованого регулювання водно-повітряного режиму осушуваного ґрунту сприяло кращому на 6,5–14,0% використанню добрив порівняно з умовами природного зволоження ґрунту. Отже, застосування значених препаратів було також ефективним для формування якісних характеристик зерна.

Економічна ефективність виробництва товарного зерна на осушуваних мінеральних ґрунтах забезпечується результатом сукупного впливу технологічної ефективності та ринкового механізму. Доведено економічну доцільність застосування позакореневих підживлень обприскуванням рослин водорозчинними комплексними мікродобривами, особливо разом з обробкою посівів пестицидами. Це ефективний захід, що гарантує зростання прибутковості: 1 грн, витрачена на придбання і застосування мікродобрива Ярило, окуповується 3,0–4,6 грн, а Реастиму — 3,0–3,4 грн. Отже, основними чинниками формування врожаїв інтенсивних технічних культур є доступна волога й поживні речовини. Саме вони визначають ефективність родючості осушуваних ґрунтів, а тому одночасна оптимізація водного і поживного режимів ґрунту мають бути в основі перспективних технологій вирощування цих культур. Позакореневі підживлення рослин комплексними добривами, збагаченими мікроелементами — оперативний й економічно доцільний захід, розглядати його потрібно не як окрему або додаткову дію, а як невід'ємний складник перспективних технологій для застосування в зоні Полісся.

За результатами сучасних досліджень встановлено економічні параметри техно-

логій — точки беззбитковості, які свідчать, що в зоні Полісся на осушуваному дерново-підзолистому ґрунті ефективно вирощування зерна кукурудзи досягається за урожайності понад 4,5–5,0 т/га (за реалізаційної ціни зерна 3600 грн/т), зерна сої — за урожайності більше ніж 1,0 т/га (11600 грн/т). Гарантована беззбитковість виробництва насіння соняшнику досягається за урожайності понад 1,2–1,3 т/га (10078 грн/т). За нижчих рівнів урожайності виробництво товарної продукції цих культур є збитковим.

Науково обґрунтовані системи удобрення для інтенсивних технічних культур мають бути раціональними, а тому враховувати винесення ними основних елементів живлення, які витрачаються на утворення біомаси культурних рослин за відповідних умов їх вирощування. Це дає змогу прогнозувати зміну забезпеченості ґрунту і потребу в добривах для підвищення їх ефективності та окупності. Винесення з ґрунту основних елементів живлення культурами

сівозміни корелює з рівнем їхньої урожайності і залежить від вмісту їх в основній і побічній продукції та технологічних складових вирощування, в даному випадку, зокрема систем удобрення і режимів вологозабезпечення (табл. 2).

Згідно з результатами досліджень культури запропонованої короткоротаційної сівозміни утворили зростальну послідовність за винесенням з ґрунту азоту: соняшник (86–103 кг/га) ► люпин вузьколистий на зерно (136–167 кг/га) ► соя (145–167 кг/га) ► кукурудза на зерно (169–186 кг/га); за винесенням фосфору: люпин вузьколистий на зерно (30–37 кг/га) ► соя (40–38 кг/га) ► соняшник (45–54 кг/га) ► кукурудза на зерно (65–100 кг/га); за винесенням калію: соя (35–40 кг/га) ► люпин вузьколистий на зерно (69–85 кг/га) ► соняшник (197–239 кг/га) ► кукурудза на зерно (198–304 кг/га). Оптимізація водно-повітряного і поживного режимів осушуваного ґрунту сприяла збільшенню винесення

**2. Винесення основних елементів живлення культурами в інтенсивній сівозміні за період її освоєння на осушуваному дерново-підзолистомому ґрунті залежно від систем удобрення на фоні і режимів вологозабезпечення рослин**

№ варіанта	Унесено NPK на 1 га сівозмінної площі, система удобрення	Винесення елементів живлення					
		за відчуження побічної продукції з полів для потреб тваринництва, кг/га			за розсіювання побічної продукції по поверхні ґрунту для використання як добриво, кг/га		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<i>На фоні з регулюванням його водно-повітряного режиму ґрунту</i>							
1	Без добрив — контроль № 1 Фон природної родючості ґрунту	445,2	141,3	508,4	280,9	94,5	98,0
2	12 т гною + N <sub>62</sub> P <sub>60</sub> K <sub>78</sub> , органомінеральна	930,2	303,2	1022,3	577,9	202,8	196,3
3	N <sub>62</sub> P <sub>60</sub> K <sub>78</sub> — контроль № 2, базова мінеральна	722,3	234,0	797,9	453,7	157,7	156,1
4	N <sub>62</sub> P <sub>60</sub> K <sub>78</sub> + позакореневе підживлення добривом Ярило, удосконалена мінеральна	828,3	269,3	910,5	520,6	181,9	179
5	N <sub>62</sub> P <sub>60</sub> K <sub>78</sub> + позакореневе підживлення добривом Реастим, удосконалена мінеральна	808,3	262,6	891,0	507,4	177,3	174,4
6	N <sub>62</sub> P <sub>60</sub> K <sub>78</sub> + сидерат (8 т/га) + + побічна продукція 7,4 т/га, альтернативно-відновлювальна	892,3	292,2	994,1	556,3	196,2	189,8

з ґрунту основних елементів живлення основною і побічною продукцією в середньому в 2,0–2,8 рази, що пояснюється збільшенням врожайності цих культур завдяки сприятливому взаємозв'язку — умов зволоження і оптимального живлення рослин.

Установлено резерв основних елементів живлення в нетоварній частині врожаїв. Так, на фоні оптимізації водно-повітряного і поживного режимів кількісне винесення побічною продукцією з осушуваного ґрунту основних елементів живлення культурами сівозміни становило: азоту — 38% від загального вносу, фосфору — 33 і калію найбільше — 81%. Це свідчить про значний резерв цих елементів у нетоварній частині врожаю, яку можна використати як органічне добриво. Тому для збереження родючості осушуваного ґрунту обов'язковою умовою у високоінтенсивній сівозміні є компенсування винесених основних елементів живлення урожаєм і побічною продукцією способом загортання її в ґрунт з унесенням відповідної компенсаційної дози азоту (9–10 кг азоту на 1 т побічної продукції).

Експериментальні дані дали змогу уточнити нормативи витрат біогенних елементів живлення на формування одиниці урожаю (1 т зерна) рекомендованим набором культур запропонованої сівозміни (критерій ефективності використання добрив) за вирощування їх у зоні Полісся на осушуваному дерново-підзолистому ґрунті, які можна використовувати під час розрахунку оптимальних доз мінеральних добрив

**3. Винесення основних елементів живлення з ґрунту культурами короткоротаційної сівозміни, кг/1 т основної продукції з урахуванням відповідної кількості побічної**

Культура запропонованої короткоротаційної сівозміни	Винесення елементів живлення з ґрунту, кг/1 т основної продукції з урахуванням відповідної кількості побічної		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Кукурудза	29	10	30
Соя	79	19	78
Соняшник	44	24	100
Люпин вузьколистий	78	17	39

(табл. 3). Враховуючи нестачу органічних добрив у найближчій перспективі, винесення врожаєм азоту, фосфору і калію компенсуватиметься лише завдяки мінеральним добривам. З огляду на це норми внесення мінеральних добрив під зазначені культури потрібно оптимізувати відповідно до встановлених сучасних витрат елементів живлення на формування 1 т зерна з відповідною кількістю побічної продукції. Через низький коефіцієнт використання елементів живлення з фосфорних добрив рекомендуємо вносити їх у нормі, що у 1,5 рази перевищує внос їх урожаєм основної продукції.

Отримані дані експериментальних досліджень свідчать, що введення високопродуктивних культур у структуру сівозміни та запропонована їх частка в посівній площі збільшують надходження товарного зерна та загальну продуктивність рослин (рис. 3). Уведення і освоєння на осушуваних мінеральних ґрунтах запропонованої сівозміни із зазначеним складом культур і оптимізацією водного та поживного режимів дерново-підзолистого ґрунту дає змогу отримати найбільші значення показників використання ріплі: фактичний збір зернових одиниць коливається в межах 51,3–66,9 ц/га, кормових — 83,2–110,8, перетравного протеїну — 6,3–8,0, кормопротеїнових одиниць — 72,9–95,4 ц/га, що значно більше, ніж у сівозмінах, де вирощують традиційні для зони Полісся культури.

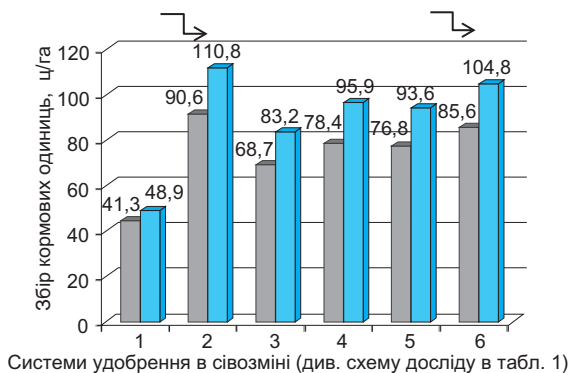
Визначальним чинником продуктивності меліорованих земель є їхній водний режим. У запропонованій сівозміні на фоні з додатковим регулюванням водно-повітряного режиму осушуваного ґрунту (умови достатнього вологозабезпечення рослин) вихід зернових одиниць у середньому підвищується на 24,3%, кормових одиниць — 21,8, перетравного протеїну — 23,6, кормопротеїнових одиниць — 23,8% порівняно з фоном без регулювання водно-повітряного режиму ґрунту (умови природного зволоження). Установлено, що в умовах поліпшення поживного режиму ґрунтового покриву осушуваних земель з одночасним поліпшенням умов вологозабезпеченості і живлення рослин фактичний ресурс осушуваного ґрунту підвищується в 2,2–2,7 рази порівняно з нормативним виходом

кормових одиниць, який становить для мінеральних ґрунтів 41 ц/га к. од. Це свідчить про доцільність повного відновлення роботи меліоративних систем у даному регіоні.

Науковою основою для розробки раціональних систем удобрення під інтенсивні технічні культури є обґрунтування балансу поживних речовин у запропонованій сівоzmіні. Зіставлення прибуткових і видаткових статей балансу наприкінці ротації 5-пільної сівоzmіні на фоні природної родючості осушеного ґрунту (без добрив) свідчить, що баланс основних елементів живлення формувався зі значним дефіцитом. Щодо азоту, то цей показник становив 42–75 кг/га, фосфору — 18–27, калію — 11–93 кг/га в рік, тобто відшкодування цих елементів було дуже низьким, а за таких умов родючість осушеного ґрунту знижується. Встановлено, що в інтенсивній короткоротаційній сівоzmіні позитивний баланс усіх елементів живлення (NPK) формується на фоні традиційної органо-мінеральної системи удобрення, особливо за умов використання побічної продукції як добрива. Так, насичення сівоzmіні гноєм до 12 т гною на фоні мінерального удобрення в дозі  $N_{62}P_{60}K_{78}$  забезпечує позитивний баланс: щодо азоту він становив 12, фосфору — 50, калію — 119 кг/га за рік. Відшкодування відчужених елементів живлення за такої системи удобрення є достатньо високим і становить: щодо азоту — 109%, калію — 224, фосфору — 396%.

Така система удобрення з надлишковим балансом елементів живлення (6,7 кг/га) забезпечує найвищу продуктивність сівоzmіни: збір умовних зернових одиниць 66,9 т/га і 11,1 к. од. і розширене відтворення родючості осушуваних ґрунтів. Альтернативно-відновлювальна система удобрення, яка замість гною передбачає застосування сидеральної маси (8 т/га сівоzmінної площі), побічної продукції (7,4 т/га сівоzmінної площі) і мінеральних добрив у дозі  $N_{62}P_{60}K_{78}$ , майже не поступається традиційній органо-мінеральній: позитивний баланс елементів живлення щодо азоту становить 2 кг/га за рік, калію — 30, фосфору — 45 кг/га за рік. За цих умов компенсація відчужених елементів становить: щодо азоту — 98%, фосфору — 178, калію — 217%. Результати досліджень свідчать, що в інтенсивній короткоротаційній сівоzmіні в умовах нестачі органічних добрив можна очікувати на позитивний баланс основних елементів живлення в ґрунті і отримувати задовільні показники продуктивності й економічної ефективності виробництва товарної продукції технічних культур за повного повернення в ґрунт побічної продукції усіх культур та сидеральної маси заорюванням для збагачення ґрунту поживними речовинами.

Отже, одним із способів підвищення продуктивності гектара ріллі в зоні Полісся є розширення посівних площ ринково-прибуткових культур (соняшнику, кукурудзи, сої) на осушуваних мінеральних ґрунтах,



**Рис. 3.** Збір кормових одиниць у запропонованій інтенсивній короткоротаційній сівоzmіні залежно від різних систем удобрення і режимів вологозабезпеченості рослин (враховує основну і побічну продукцію): ■ — на фоні без регулювання водно-повітряного режиму ґрунту; ■ — на фоні з регулюванням водно-повітряного режиму ґрунту

чому сприяють агрокліматичні ресурси зони Полісся. Впровадження у виробництво сучасних зональних технологій стабілізує виробництво товарного зерна високоприбуткових культур на цій території. Отримані результати свідчать про те, що істотний агрономічний

ефект гарантує взаємодія двох основних чинників технології: врегулювання водно-повітряного режиму осушеного ґрунту відповідно до потреб культур та оптимізація їх удобрення з цілеспрямованим управлінням живлення рослин в короткоротаційних сівозмінах.

## Висновки

На осушуваних дерново-підзолистих ґрунтах отримання високої урожайності ринково орієнтованих культур забезпечують ґрунтово-кліматичні умови території, регулювання водно-повітряного режиму відповідно до вимог культур і науково обґрунтоване застосування достатньої кількості добрив як основного чинника стійкості землеробства в зоні Полісся. Визначальним чинником підвищення продуктивності осушуваних земель є освоєння сівозмін з розміщенням в них ринково орієнтованих культур (кукурудзи, соняшнику, сої), які гарантують економічно вигідне виробництво високоякісної продукції. Важливим чинником підвищення продуктивності ріллі осушуваних земель є застосування альтернативно-відновлювальної системи удобрення, яка в традиційній органо-мінеральній системі удобрення передбачає заміну гною іншими адаптивними джерелами органічної речовини, зокрема побічною продукцією (7,4 т/га сівозмінної площі) і післяжнивною сидеральною масою (8,0 т/га). Така система удобрення забезпечує отримання урожайності товарного зерна кукурудзи на рівні 9,68 т/га, сої — 2,10, люпину вузьколистого — 2,07, насіння соняшнику — 2,48 т/га і майже не поступається адаптивній органо-мінеральній.

Для оптимізації системи удобрення традиційний підхід до удобрення інтенсивних технічних культур має бути

доповнений застосуванням позакореневих підживлень комплексними водорозчинними добривами, які в своєму складі містять макро- і мікроелементи. Проведення 2-разових позакореневих підживлень рослин під час вегетації в критичні періоди їхнього розвитку сучасними рідкими комплексними добривами Ярило і Реастим у рекомендованій дозі на фоні основного удобрення забезпечує отримання достовірної додаткової врожайності: зерна кукурудзи — у межах 10,2–15,3%, сої — 7,0–10,2, соняшнику — 9,1–13,1, люпину вузьколистого — 10,9–13,1%.

Додаткове регулювання водно-повітряного режиму осушеного ґрунту (сприятливі умови зволоження) відповідно до вимог культур є ефективним способом, який у середньому забезпечує підвищення урожайності культур запропонованої сівозміни на 16,7–25,8% порівняно з умовами природного зволоження. Застосування їх на фоні контрольованого регулювання водно-повітряного режиму осушеного ґрунту сприяло кращому на 6,5–14,0% використанню добрив порівняно з умовами природного зволоження ґрунту.

В умовах поліпшення пожнивного режиму ґрунтового покриву осушуваних земель з одночасним поліпшенням умов вологозабезпеченості і живлення рослин фактичний ресурс осушеного ґрунту підвищується в 2,2–2,7 раза порівняно з нормативним виходом кормових одиниць (41 ц/га).

Ryzhuk S.<sup>1</sup>, Kochyk H.<sup>2</sup>, Melnychuk A.<sup>3</sup>, Kucher H.<sup>4</sup>, Savchuk O.<sup>5</sup>

Polysia Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences, Kyivske Shosse, 131, Zhytomyr, 10007, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>isgpo\_zt@ukr.net, <sup>2</sup>isgp.kor21@gmail.com, <sup>3</sup>andriy\_melnychuk@ukr.net, <sup>4</sup>isgpkor@ukr.net, <sup>5</sup>grunt17isgp@gmail.com

**Strategic management of the productivity of agrocenoses in the system of drained agriculture**

**Goal.** To improve the zone agrotechnological aspects of growing market-oriented crops in the system of drained agriculture. **Methods.** The experiment and research were carried out using generally accepted methods of field and lysimeter

experiments in agriculture and crop production. Results. The results of experimental research on conducting highly efficient managed agriculture on drained lands, which ensures the creation of the most favorable conditions for the formation of highly productive agroecosystems and the expansion of their productive functions in the Polissia zone, are given. The influence of purposeful optimization of the technological parameters of the main links of reclamation agriculture: water-air and nutrient regimes of the drained soil with the use of the crop rotation factor on the formation of the yield of the commercial grain of commercially attractive crops was studied. Fertilizer systems for intensive technical crops adapted to the conditions of Polissia were improved. The effect of additional regulation of the water-air regime of the drained soil following the requirements of crops (favorable conditions of moisture) on their productivity was studied. The standards for the consumption of biogenic nutrients

for crop formation were updated and clarified. The economic parameters of the technologies — the break-even points at which effective cultivation of crops could be achieved — were determined. The productivity potential of the proposed intensive short crop rotation, aimed at market conditions of farming, was evaluated. **Conclusions.** Strategic management of water, air, and nutrient conditions of the soil with effective plant nutrition in the conditions of a perfect meliorative system makes it possible to increase the productivity of arable land in the Polissia zone by 2.8 times (from 40 t/ha to 110 t/ha), which ensures effective development of plant industry in this territory and rational use of the resource potential of drained lands.

**Key words:** Polissia, drained lands, short crop rotation, fertilizer systems, plant nutrition, water regime, optimization.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202207-07>

## Бібліографія

1. *Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року.* Київ: НААН відповідно до наказу Президента НААН академіка Я. М. Гадзала № 17 від 4 лютого 2016 р., 2016. 130 с.
2. *Ромащенко М.І., Тараріко Ю.О., Коваленко П.І., Яцик М.В.* Концепція ефективного використання осушуваних земель гумідної зони України: наук.-практ. зб. *Посібник українського хлібороба.* 2017. Т. 1. С. 57–62.
3. *Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року.* Схвалено Кабінетом Міністрів України, 2019. № 688-р.
4. *Меліорація та облаштування Українського Полісся:* колективна монографія; за ред. Я.М. Гадзала, В.А. Сташука, А.М. Рокочинського. Херсон: ОЛДІ–ПЛЮС, 2018. Т. 2. 854 с.
5. *Балюк С.А., Трускавецький Р.С., Цапко Ю.Л., Захарова М.А.* Інноваційні пріоритети в розвитку меліорації ґрунтів. *Вісник аграрної науки.* 2016. Спецвипуск. С. 31–37.
6. *Тараріко Ю.О., Сайдак Р.В., Сорока Ю.В.* Перспективи використання меліорованих земель гумідної зони України в умовах змін клімату. *Вісник аграрної науки.* 2016. № 7. С. 55–59.
7. *Ромащенко М.І., Гусев Ю.В., Шатковський А.П.* та ін. Вплив сучасних кліматичних змін на водні ресурси та сільськогосподарське виробництво. *Меліорація і водне господарство.* 2020. № 1. С. 5–22.
8. *Кожушко Л.Ф., Велесик Т.А.* Формування ринку осушених земель сільськогосподарського призначення: монографія. Рівне: НУВГП, 2015. 188 с.

9. *Ромащенко М.І.* Районування території України за рівнем забезпеченості гідротермічними ресурсами в умовах глобальних кліматичних змін. *Ґрунти та меліорація: минуле і майбутнє:* зб. наук. праць. Київ, 2015. С. 11–16.
10. *Постанова № 11/1* Президії НААН від 20 червня 2018 р., яка передбачає розробку науковими установами рекомендацій з адаптації сільського господарства до зміни клімату на період до 2030 року.
11. *Камінський В.Ф., Гадзало Я.М., Сайко В.Ф., Корнійчук М.С.* Землеробство ХХІ століття — проблеми та шляхи вирішення. Київ: ВП «Едельвейс», 2015. С. 55–57.
12. *Дем'яненко С.І.* Інноваційне зростання — основа стабільності агропромислового комплексу. *Наука та інновації. Сільськогосподарські і аграрні технології.* 2005. Т. 1. Вип. 1. С. 87–98. doi: 10.15407/scin1.01.087
13. *Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти;* за ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва, Б.С. Носка. Харків: Стильна типографія, 2018. 364 с.
14. *Оптимізація удобрення та родючості ґрунту в сівозмінах;* за ред. А.С. Заришняка. Київ: Аграрна наука, 2015. 207 с.
15. *Камінський В.Ф.* Сівозміна як основа сталого землекористування та продовольчої безпеки України: зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН», 2015. Вип. 2. С. 3–15.
16. *Агроекономічне та екологічне оцінювання сівозміни:* наукове видання; за ред. О.В. Харченка, Ю.Г. Міщенко. Суми: Мрія, 2015. 70 с.
17. *Гадзало Я., Камінський В., Сайко В.*

Сівозміни в землеробстві України. Всеукраїнський діловий журнал. *Аграрний тиждень*. 2015. № 4–5. С. 14–16.

18. Гамаюнова В.В., Хоненко Л.Г., Бакланова Т.В. та ін. Сучасні підходи до мінеральних добрив за збереження ґрунтової родючості в умовах зміни клімату. *Наукові горизонти*. 2020. № 02(87). С. 90–101.

19. Камінський В.Ф. Наукові основи оптимізації живлення рослин в сучасних системах землеробства: міжвід. темат. наук. зб. *Землеробство*. Київ, 2018. Вип. 2. С. 3–6.

20. Балюк С.А., Носко Б.С., Шимель Л.В. та ін. Оптимізація живлення рослин у системі факторів ефективної родючості ґрунтів. *Вісник*

*аграрної науки*. 2019. № 3. С. 12–19. doi: 10.31073/agrovisnyk201903-02

21. Мірошніченко М.М., Гладкіх Є.Ю., Ревтьєв-Уваров А.В. та ін. Оптимізація живлення сільськогосподарських культур. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2018. Вип. 87. С. 82–91.

22. Мельничук А.О., Кучер Г.А., Савчук О.І. та ін. Оптимізація живлення культур в інтенсивній короткоротаційній сівозміні на дерново-середньопідзолистих ґрунтах Полісся. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 11. С. 17–21. doi: 10.31073/agrovisnyk202111-02

23. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Дія, 2005. 286 с.