

УРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ДЕФІЦИТУ ВОЛОГИ НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ

С.М. Рижук¹, О.І. Савчук²,
Т.Ю. Приймачук³, Кошицька Н.А.⁴, Меша К.В.⁵

¹доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

^{2,4}кандидати сільськогосподарських наук, ³кандидат економічних наук

Інститут сільського господарства Полісся НААН

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

e-mail: ¹isgp@ukr.net, ²grunt17isgp@gmail.com, ³isgp.ek@gmail.com, ⁴ninakoshitska@gmail.com

ORCID: ¹0000-0002-2931-5458, ²0000-0002-7879-3691,

³0000-0002-6088-1730, ⁴0000-0002-5432-1630

Надійшла 4.01.2023

Мета. Дослідити особливості формування продуктивності та якості зерна пшениці озимої за різних рівнів органо-мінерального живлення в зоні Полісся. **Методи.** Польовий — стаціонарний дослід, лабораторний — визначення якісних показників ґрунту та зерна за загальноприйнятими методиками, обробка експериментальних даних — за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Office Excel. **Результати.** Дослідженнями, проведеними впродовж 2016–2020 рр. за динамікою вологозапасів у дерново-підзолистому осушеному ґрунті, встановлено, що в період формування та наливу зерна запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см знижувалися до критичного рівня — 60–80 мм (на 130–200 мм — у період відновлення вегетації). В умовах низького вологозабезпечення ґрунту за біологічної системи удобрення (побічна продукція сої) отримано 2,67 т/га зерна (14,1% приросту до абсолютного контролю). На фоні побічної продукції попередника внесення рекомендованої для зони норми мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ вихід зерна збільшився до 3,52 т/га. Найвища його продуктивність (3,86 т/га) була за використання підвищеної (інтенсивної) норми мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ з роздільним унесенням азоту в 3 етапи (N_{30} — за сівби, N_{30} — вихід у трубку, N_{30} — налив зерна) у поєднанні з побічною продукцією. Виповненість зерна пшениці істотно не залежала від системи удобрення. Маса 1000 насінин становила 41,0–43,0 г, показник натури зерна був у межах 738–748 г/л. Уміст білка у варіантах з унесенням добрив становив 13,7–14,2%, на підвищеному фоні — 14,5%, що на 1,6% більше за показник у контрольному варіанті. **Висновки.** Найвищого рівня рентабельності вирощування пшениці озимої досягли за біологічної системи удобрення з використанням побічної продукції сої — 150%. Хоча при застосуванні підвищеної системи удобрення $N_{90}P_{90}K_{90}$ у поєднанні з побічною продукцією отримано найвищу врожайність зерна (3,52 т/га) і вміст у ньому білка (14,5%), рентабельність вирощування пшениці озимої знизилася до 68%. Тобто мінеральні добрива підвищують урожайність і поліпшують якісні показники зерна й водночас знижують рентабельність вирощування культури.

Ключові слова: меліоровані землі, вологозабезпечення, сівозмінна, система удобрення, продуктивність зерна, якість, економічна ефективність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-03>

Наразі пшениця залишається основною сільськогосподарською стратегічною зерновою культурою, виробництво якої на основі сталих урожаїв і валових зборів високоякісного зерна забезпечує національну продовольчу безпеку в зонах її вирощування та Україні загалом. Вона займає більше половини посівних площ зернових культур і провідне місце за валовим збором зерна. Останніми роками наша країна увійшла до десятки основних країн-виробників і стала одним із провідних світових експортерів пшениці. Тому розроблення ефективних екологічнобезпечних заходів щодо підвищення врожайності та істотного поліпшення якості зерна пшениці озимої, пов'язаних із природним фактором «глобального» потепління клімату на планеті, зокрема й в Україні, є важливим державним завданням науковців і спеціалістів АПК. Ґрунтово-кліматичні умови Лісостепу є найсприятливішими для сталих урожаїв пшениці озимої та виробництва високоякісного зерна, але проблема збереження та накопичення вологи в ґрунті стала проблематичною [1].

Зона Полісся характеризується переважанням дерново-підзолистих оглеєних ґрунтів і незадовільною роботою осушуваних меліоративних систем. В умовах змін клімату на таких землях стало можливим вирощування експортно привабливих ринкових культур, зокрема пшениці озимої, яка в структурі посівних площ поліського регіону займає в озимому зерновому кліні до 80% [2].

За даними космічного моніторингу посушливих явищ, у XXI ст. прогнозується підвищення середньої температури на земній кулі на 5–8°C, що може спричинити посилення посух, скорочення морозного періоду в середньому на 50 діб, збільшення кількості та інтенсивності високих температур, зростання частоти виявів екстремальних кліматичних явищ [3].

Передбачається, що через потепління клімату в багатьох країнах із тропічним і субтропічним кліматом виробництво пшениці знизиться. І навпаки, в країнах із

помірним кліматом урожайність зернових підвищиться. Зростання світового попиту випереджає виробництво зерна [4].

Світове виробництво зерна пшениці збільшується дуже повільно. Тому слід зазначити, що Україна робить внесок у продовольчу безпеку як один з основних експортерів зерна на світовому ринку. Через потепління клімату в зоні Полісся будуть найсприятливіші умови для вирощування пшениці [5].

Формування прогнозованих урожаїв зерна пшениці озимої значною мірою залежить від біологічно придатних попередників, які забезпечують сприятливі умови для росту та розвитку в осінній період вегетації для гарантованої перезимівлі рослин і вирощування сталих урожаїв високоякісного продовольчого зерна у весняно-літній період вегетації. За сучасної енергетичної кризи з метою зниження енергоємності доцільно не лише вдосконалювати інтенсивні технології, а й проводити корекцію сівозмін щодо насичення їх «енергетично дешевими» бобовими культурами, що дасть змогу підвищити продуктивність наступних культур і значно знизити енерговитрати [6].

Подальше підвищення врожайності та поліпшення якості зерна потребують постійного вдосконалення технології вирощування зернових культур із використанням новітніх наукових розробок [7, 8].

Наукових досліджень з удосконалення технологій вирощування пшениці озимої на осушуваних ґрунтах проводилося мало, а в умовах змін клімату їх взагалі не було. Тому пошук напрямів щодо підвищення ефективності виробництва зерна пшениці озимої в зоні Полісся шляхом оптимізації елементів технології вирощування є необхідним і актуальним.

Мета досліджень — дослідити формування продуктивності та якості зерна пшениці озимої за різних рівнів органо-мінерального живлення і визначити найбільш економічно обґрунтовану систему удобрення на осушеному дерново-підзолистому ґрунті в умовах дефіциту вологи.

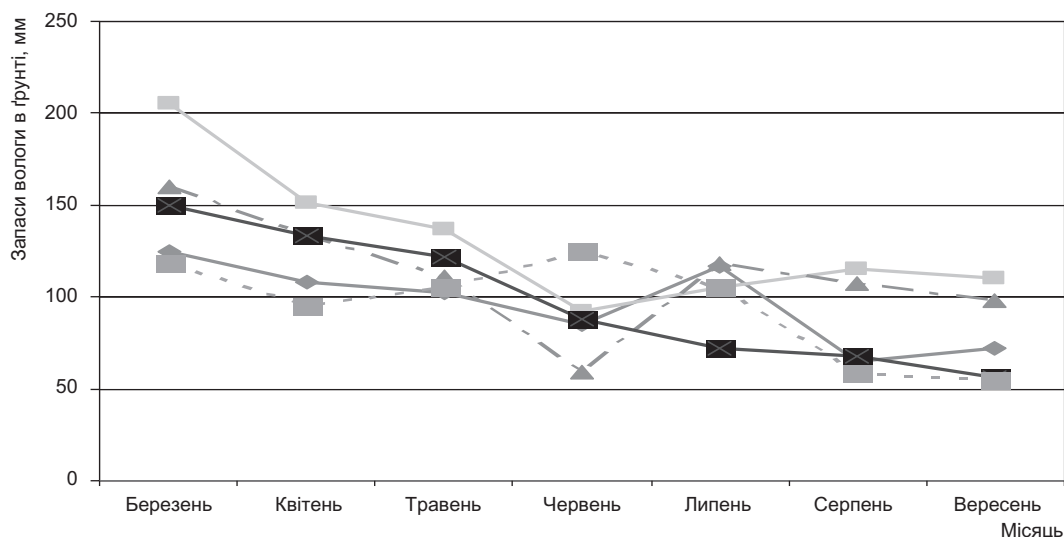


Рис. 1. Запаси продуктивної вологи в дерново-підзолистому ґрунті (шар 0–100 см) упродовж вегетаційного періоду 2016–2020 рр.: — ромб — 2016; — квадрат — 2017; — трикутник — 2018; — хрест — 2019; — пунктирні лінії — 2020

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в стаціонарному досліді Інституту сільського господарства Полісся НААН. Ґрунт — дерново-підзолистий глеуватий супіщаний, осушуваний гончарним дренажем з одностороннім водно-повітряним режимом. Орний шар (0–20 см) характеризувався вмістом гумусу 1,27%, рухомого фосфору і обмінного калію — 84 та 101 мг/кг ґрунту відповідно, pH_{con} — 5,2, гідролітичною кислотністю — 2,25 мг-екв./100 г ґрунту.

Пшеницю озиму вирощували в короткочастотній сівозміні з таким чергуванням культур: соя — пшениця — соняшник — гречка. Сорт — Миронівська ювілейна. Схема дослідів містила такі основні варіанти: без добрив (контроль); побічна продукція (п/п) сої як органічне добриво; рекомендована для зони норма мінеральних добрив: $N_{60}P_{60}K_{60}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$ + побічна продукція; $N_{90}P_{90}K_{90}$ + побічна продукція. Фосфорно-калійні добрива вносили під основний обробіток ґрунту, азот — у 2 етапи: в основне за сівби та весняне підживлення культури (фаза виходу в трубку); за підвищеної норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ — у 3 етапи: N_{30} — за сівби, N_{30} — вихід у трубку, N_{30} — налив зерна. Заорювали побічну продукцію сої

в кількості 1,9–2,2 т/га. Площа посівної ділянки — 48 м², облікової — 28 м², повторність — 3-разова. Основний спосіб обробітку ґрунту — оранка.

У ґрунтових зразках гумус визначали за Тюрнімом (ДСТУ 4289:2004); pH ґрунту — потенціометричним методом згідно з ДСТУ ISO 10390 — 2001; легкогідролізований азот — за методом Корнфільда; фосфор і калій — за Кірсановим (ДСТУ 4405–2005); гідролітичну кислотність — за ДСТУ 7537:2014, вологу — термостатно-ваговим методом. Структурний аналіз рослин пшениці проводили за Майсuryном, вміст білка в зерні — за Лоурі. Узагальнення матеріалів та аналіз результатів досліджень виконували за Доспеховим і програмою «STATISTICA».

Результати досліджень. Вологість — один з основних природних чинників, який впливає на активність мікробної біомаси, контролює доступ кисню до мікроорганізмів, призводить до виникнення періодів водного мікробного стресу, може дестабілізувати вміст органічної речовини, зумовлюючи підвищення доступності ґрунтового вуглецю до мікроорганізмів тощо [9].

Оптимальне забезпечення осушуваних земель із незадовільною роботою

1. Продуктивність пшениці озимої залежно від системи удобрення (2016–2020 рр.)

Система удобрення	Урожайність за роками, т/га					
	2016	2017	2018	2019	2020	середнє
Без добрив (контроль)	2,15	2,52	2,62	2,36	2,05	2,34
Побічна продукція	2,42	2,96	2,97	2,75	2,27	2,67
$N_{60}P_{60}K_{60}^*$	3,24	3,52	3,95	3,42	2,90	3,41
$N_{60}P_{60}K_{60}^* + \text{побічна продукція}$	3,34	3,68	4,15	3,51	2,92	3,52
$N_{90}P_{90}K_{90}^{**} + \text{побічна продукція}$	3,61	4,08	4,58	3,80	3,25	3,86
HN_{05}	0,17	0,35	0,31	0,28	0,26	0,25

*Азот вносили в 2 етапи, ** азот вносили в 3 етапи.

меліоративних мереж ґрунтовою вологою впродовж періоду вегетації є однією з важливих умов для отримання на них стабільних урожаїв [10, 11].

Спостереження, проведені впродовж 2016–2020 рр. за динамікою вологозапасів у ґрунті, свідчать про зростання дефіциту вологи вже до початку літа. Якщо на період весняно-польових робіт запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту становили 120–200 мм, то в літній період вони знижувалися до 60–80 мм, тобто до критичного рівня (рис. 1).

На думку автора [12], якщо на дерново-підзолистих ґрунтах у метровому шарі запаси продуктивної вологи становлять менше 60 мм, то такий стан є критичним. Водночас, за нашими даними, зменшення кількості опадів на фоні високої температури повітря призводило до зниження рівня ґрунтових вод до 2,0–2,5 м за глибини закладання дрен 1,1 м.

Загалом озимі зернові культури порівняно з ярими менше реагують на ґрунтово-повітряну літню посуху, завдяки весняним вологозапасам вони встигають сформувати досить високу врожайність зерна. Винятком був 2020 р., коли за малосніжної зими і сухої весни рослини вийшли з перезимівлі в слабкому стані. Дощі, що пройшли в II половині квітня, дещо поліпшили стан посівів пшениці озимої. Також сухим був 2016 р., під час наливу зерна за дефіциту опадів кількість вологи в ґрунті наблизилася до критичного значення, що негативно позначилося на формуванні врожайності зерна (табл. 1). Найсприятливішими за

вологозабезпеченням були 2017 і 2018 рр., коли за рахунок рівномірного розподілу опадів упродовж вегетаційного періоду врожайність зерна на підвищеному агрофоні сформувалася на рівні 4,08–4,58 т/га.

У середньому за 5 років досліджень у контрольному варіанті отримали 2,34 т/га зерна. Побічна продукція сої, яку використовували як органічне добриво, сприяла отриманню 14,1% приросту врожайності пшениці озимої. За внесення рекомендованої норми мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ урожайність зерна становила 3,41 т/га (приріст 44,5% до абсолютного контролю). Застосування побічної продукції на фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$ неістотно вплинуло на підвищення врожайності пшениці.

Максимальну реалізацію продуктивності культури забезпечило поєднане застосування побічної продукції з підвищеною в 1,5 раза нормою мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ за роздільного (у 3 етапи) внесення азоту, за якого врожайність зерна становила 3,86 т/га (65,0% приросту до контролю, або 9,7% — до рекомендованої норми).

Велике значення для товаровиробників сільськогосподарської продукції має якість зерна, від якої залежать закупівельна ціна і їх прибуток. Ґрунтово-кліматичні умови, особливості сорту, попередники і технології пшениці озимої впливають на такі показники зерна, як натура, маса 1000 насінин, уміст білка тощо. Борошномельна промисловість надає значущості показнику «маса 1000 зерен», який свідчить про технічну цінність продукції, а зерно з високою натурою має потенційно більший вихід борошна [13, 14].

2. Якісні показники зерна пшениці озимої залежно від системи удобрення (середнє за 2016–2020 рр.)

Система удобрення	Якісні показники зерна		
	маса 1000 насінин, г	натура, г/л	уміст білка, %
Без добрив (контроль)	41,1	741	12,9
Побічна продукція	41,0	738	13,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$	42,7	746	14,2
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + побічна продукція	42,1	741	14,1
$N_{90}P_{90}K_{90}$ + побічна продукція	43,0	748	14,5
HN_{05}	3,5	42	1,08

Виповненість зерна пшениці озимої в середньому за роки досліджень істотно не залежала від системи удобрення. Маса 1000 насінин є генетично зумовленим показником і тому незалежно від зовнішніх факторів змінюється в досить вузьких межах. Маса насіння становила 41,0–43,0 г, показник натурної маси був у межах 738–748 г/л, різниця залежно від усіх чинників впливу — неістотна (табл. 2).

Система удобрення сприяла підвищенню вмісту білка в зерні. Його приріст щодо контролю (12,9%) спостерігався за використання рекомендованої норми мінеральних добрив, зокрема на фоні побічної продукції. Найвищий уміст білка в зерні пшениці

відзначено на підвищеному фоні $N_{90}P_{90}K_{90}$ в поєднанні з побічною продукцією — 14,5%. Дослідженнями встановлено, що білковість зерна істотно залежала від погодних умов. Скажімо, у більш вологому 2017 р. уміст білка в зерні пшениці становив 11,9–12,8%, у посушливому 2019 р. — 12,6–14,9%.

Кормова цінність зерна пшениці озимої поліпшувалася прямо пропорційно до підвищення рівня мінерального живлення (рис. 2). Збір кормових одиниць з основної продукції (побічна продукція залишається на полі як органічне добриво для наступної культури сівозміни) на фоні внесення мінеральних добрив становив 4,33–4,90 т/га, що на 27,7–44,5% більше, ніж у варіантах із застосуванням біологічної системи удобрення. Максимальний вихід (0,46 т/га) перетравного протеїну отримано на підвищеному рівні $N_{90}P_{90}K_{90}$ у поєднанні з побічною продукцією попередника (сої).

Розроблення технологічного процесу вирощування будь-якої сільськогосподарської культури, зокрема пшениці озимої, з використанням окремих елементів технології вирощування має бути економічно обґрунтованим і вигідним.

Рівень економічної ефективності вирощування культури є основним критерієм результативності проведених досліджень [15]. Розрахунки економічної доцільності були проведені нами з метою визначення найбільш оптимальної системи удобрення для пшениці щодо якості продукції та економічної доцільності. Показники визначали згідно з ціновою кон'юктурою на насіння, пальне, добриво у 2020 р.

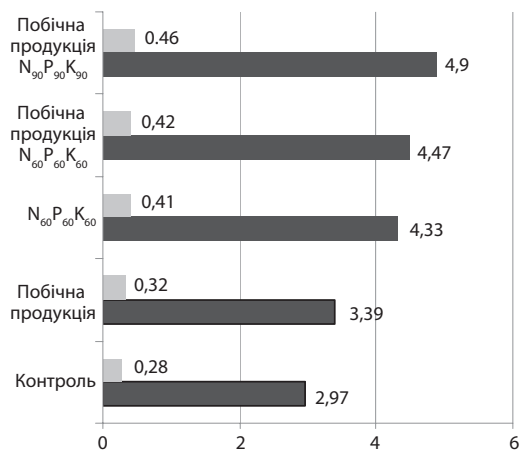


Рис. 2. Збір кормових одиниць і перетравного протеїну з основної продукції пшениці озимої (середнє за 2016–2020 рр.), т/га: ■ — вихід перетравного протеїну; ■ — збір кормових одиниць

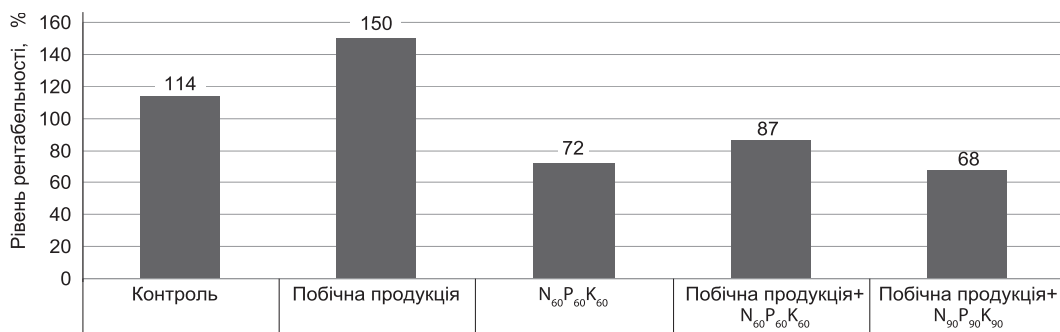


Рис. 3. Рівень рентабельності вирощування пшениці озимої залежно від системи удобрення (середнє за 2016–2020 рр.), %

Відносний показник результативності виробництва та основний показник економічної ефективності — рентабельність показують, що найвищий рівень рентабельності вирощування пшениці озимої був за біологічної системи удобрення (побічна продукція сої) — 150% (рис. 3).

Поєднання рекомендованої $N_{60}P_{60}K_{60}$ та підвищеної $N_{90}P_{90}K_{90}$ норм мінераль-

них добрив із побічною продукцією сої знизило рівень рентабельності відповідно до 87 та 68% попри підвищення врожайності зерна в середньому на 32%. Тобто мінеральні добрива поліпшують якість продукції, а їх вартість та затрати на застосування підвищують собівартість і знижують рентабельність вирощування культури.

Висновки

Зона Полісся в умовах зміни клімату отримала додатковий ресурс — суму активних температур, що дало можливість на осушуваному дерново-підзолистому ґрунті за дефіциту вологи в період вегетації 2016–2020 рр. за достатнього агрохімічного забезпечення сформувати врожайність зерна пшениці озимої на рівні 3,41–3,86 т/га. Найвища продуктивність зерна (3,86 т/га) була за використання підвищеної (інтенсивної) норми мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ з роздільним унесенням азоту в 3 етапи (N_{30} — за сівби, N_{30} — вихід у трубку, N_{30} — налив зерна) у поєднанні з побічною продукцією попередника (сої).

За цих умов уміст білка в зерні становив 14,5%, що на 1,6% більше за показник у контрольному варіанті, збір кормових одиниць і перетравного протеїну з основної продукції культури — 4,9 і 0,46 т/га відповідно. Рівень рентабельності вирощування пшениці озимої у варіанті із використанням $N_{90}P_{90}K_{90}$ порівняно з рентабельністю у варіанті із застосуванням біологічної системи удобрення (150%) знизився до 68%, що свідчить про те, що мінеральні добрива підвищують урожайність і поліпшують якісні показники зерна й водночас знижують рентабельність вирощування культури.

Ryzhuk S.¹, Savchuk O.², Prymachuk T.³, Koshytska N.⁴, Mesha K.⁵

Polissia Institute of Agriculture of NAAS, 131 Kyivske shose, Zhytomyr, 10007, Ukraine; e-mail: ¹isgpzot@ukr.net, ²grunt17isgp@gmail.com; ³isgp.ek@gmail.com; ⁴ninakoshitska@gmail.com; ORCID: ¹0000-0002-2931-5458; ²0000-0002-7879-3691; ³0000-0002-6088-1730; ⁴0000-0002-5432-1630

The yield of winter wheat in conditions of moisture deficit on sod-podzolic soil

Goal. To investigate the peculiarities of the formation of productivity and grain quality of winter wheat at different levels of organo-mineral nutrition in the Polissia zone. **Methods.** Field — stationary experiment; laboratory — determination of quality indicators of soil and grain according to the generally accepted methods; the processing of experimental data — using Microsoft Office Excel computer program. **Results.** Research conducted during 2016–2020 on the dynamics of moisture reserves

in sod-podzolic drained soil had established that during the period of grain formation and swelling, productive moisture reserves in the 0–100 cm soil layer decreased to a critical level of 60–80 mm (by 130–200 mm — during the period of vegetation recovery). In conditions of low soil moisture, 2.67 t/ha of grain (14.1% increase compared to absolute control) was obtained under the biological fertilizer system (byproducts of soybeans). Against the background of the by-products the introduction of the recommended for the zone dose of mineral fertilizers ($N_{90}P_{60}K_{60}$), the yield of grain increased to 3.52 t/ha. The highest grain productivity (3.86 t/ha) was obtained with the use of an increased (intensive) dose of mineral fertilizers ($N_{90}P_{90}K_{90}$) with a separate application of nitrogen in 3 stages (N_{30} — for sowing, N_{30} — at the output to the tube, N_{30} — at grain swelling) in combination with side products. The fullness of the wheat grain did not depend significantly on the fertilizer system. The

weight of 1000 seeds was 41.0–43.0 g, the grain quality index was within 738–748 g/l. The protein content in the versions with fertilizer application was 13.7–14.2%, on the increased background — 14.5%, which was 1.6% more than the indicator in the control version. **Conclusions.** The highest level of profitability of growing winter wheat was achieved under the biological fertilizer system using soybean by-products — 150%. Although the application of the enhanced fertilizer system ($N_{90}P_{90}K_{90}$) in combination with by-products resulted in the highest grain yield (3.52 t/ha) and its protein content (14.5%), the profitability of winter wheat cultivation decreased to 68%. That is, mineral fertilizers increase and improve the quality indicators of grain and at the same time reduce the profitability of crop cultivation.

Key words: reclaimed land, moisture supply, crop rotation, fertilizer system, grain productivity, quality, economic efficiency.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-03>

Бібліографія

1. Сайко В.Ф., Свидинюк І.М., Кононюк Л.М. Технологія вирощування високоякісного зерна пшениці озимої в Лісостепу та Поліссі України. *Посібник українського хлібороба*. Київ: Welcome, 2009. С. 45–48.
2. Савчук О.І., Мельничук А.О., Буднік І.П., Кудрик А.П. Стан та використання осушених земель Житомирського Полісся в умовах змін клімату. *Агропромислове виробництво Полісся*: зб. наук. пр. Житомир, 2018. № 11. С. 12–16.
3. Тараріко О.Г., Сиротенко О.В., Ільєнко Т.В., Величко В.А. Космічний моніторинг посушливих явищ. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 10. С. 16–19.
4. Farooq M., Rehman A., Pisante M. Sustainable Agriculture and Food. *Innovations in Sustainable Agriculture*. Springer. 2019. P. 3–24. doi: 10.1007/978-3-030-23169-9
5. Doğan H., Kan A. The effect of precipitation and temperature on wheat yield in Turkey: a panel FMOLS and panel VECM approach. *Environment, Development and Sustainability*. 2018. 21. P. 447–460. doi: 10.1007/s10668-018-0298-5
6. Квасницька Л.С. Формування показників якості зерна пшениці озимої в польових сівозмінах Поділля. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2012. № 1 (30). Т. 1. С. 149–156.
7. Польовий В.М., Лукашук Л.Я., Гук Л.І. Ефективність інтенсифікації технології вирощування пшениці озимої в Західному Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11 (788). С. 35–40. doi: 10.31073/agrovisnyk 201811-05
8. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В. Фактори стабілізації виробництва зерна пшениці озимої в Лісостепу Правобережного. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 2. С. 17–23.
9. Skopp J., Jawson M.D., Dorun J.W. Steady — state aerobic activity as a function of soil water content. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1990. V. 54. P. 1619–1625.
10. Ромащенко М.І., Тараріко Ю.О., Коваленко П.І., Яцик М.В. Концепція ефективного використання осушуваних земель гумідної зони України. *Посібник українського хлібороба*. 2017. Т. 1. С. 57–62.
11. 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.
12. Алпатьяев А.М. Формирование поливного режима сельскохозяйственных культур на основе оперативного учета суммарного испарения. Киев: Урожай, 1966. 235 с.
13. Господаренко Г.М., Черно О.Д., Любич В.В. та ін. Урожайність та хлібопекарські властивості зерна пшениці озимої при різних дозах і строках застосування азотних добрив. *Вісник Полтавської державної академії*. 2020. № 3. С. 21–31. doi: 10.31210/visnyk2020.03.02
14. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Івашук П.В. *Зерновиробництво*. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.
15. Гамаюнова В.В., Смірнова І.В. Економічна ефективність вирощування сортів пшениці озимої залежно від оптимізації живлення. *Наукові горизонти*. Scientific Horizons. 2018. № 1 (64). С. 10–14.