

# SCIENTIFIC HORIZONS

Journal homepage: <https://sciencehorizon.com.ua>

*Scientific Horizons*, 26(1), 19-30



УДК 633.14 "324":631.582(477.42)

DOI: 10.48077/scihor.26(1).2023.19-30

## **Ефективність органічних технологій вирощування жита озимого в умовах Полісся України у контексті адаптації до змін клімату**

**Віра Олексіївна Поліщук**

Асистент. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2968-8382>.

Поліський національний університет  
10008, Старий бульвар, 7, Житомир, Україна

**Сергій Васильович Журавель**

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4627-9898>.

Поліський національний університет  
10008, Старий бульвар, 7, Житомир, Україна

**Микола Миколайович Кравчук\***

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3405-9206>.

Поліський національний університет  
10008, Старий бульвар, 7, Житомир, Україна

**Руслан Броніславович Кропивницький**

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7833-3396>.

Поліський національний університет  
10008, Старий бульвар, 7, Житомир, Україна

**Оксана Іванівна Трембіцька**

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1152-0215>.

Поліський національний університет  
10008, Старий бульвар, 7, Житомир, Україна

### **Article's History:**

Received: 20.11.2022

Revised: 20.01.2023

Accepted: 10.02.2023

### **Suggested Citation:**

Polischuk, V., Zhuravel, S., Kravchuk, M., Kropyvnytskyi, R., & Trembitska, O. (2023). Efficiency of organic technologies of winter rye cultivation in Ukraine's Polissya in the context of climate change adaptation. *Scientific Horizons*, 26(1), 19-30.

**Анотація.** В умовах Полісся України вирощування жита озимого у органічному землеробстві є перспективним, проте стримується низькими врожайми культури. Тому актуальним завданням є пошук шляхів підвищення ефективності системи удобрення цієї традиційної поліської культури. Метою досліджень було проаналізувати доцільність застосування рідких комплексних добрив на фоні трьох систем удобрення за органічного та конвекційного вирощування жита озимого в умовах Полісся України. Було використано польові, лабораторно-аналітичні, математико-статистичні методи досліджень. Було проаналізовано результати стаціонарного дослідження на ясно-сірому лісовому ґрунті. Встановлено, що найвища урожайність жита озимого була за вирощування за конвекційною технологією з мінеральною системою удобрення – 4,2 т/га, яка забезпечила приріст зерна 1,07 т/га або 34,4% до контролю по досліді. Застосування органічної



Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

\*Corresponding author

технології на основі органічної і органо-мінеральної систем удобрення забезпечило значно менший приріст – 0,6 і 0,75 т/га або 19,3 і 24,0%, відповідно. Однак, рівень рентабельності за мінеральної системи скоротився на 0,54 тис. грн/т або 39,1%, умовно чистий прибуток – на 1,6 тис. грн/т або 26,0% порівняно з органічною системою удобрення. Остання була кращою і з енергетичної точки зору. Доведено, що двократне позакореневе підживлення рідкими органо-мінеральними добривами суттєво підвищує ефективність системи удобрення. В умовах досліджуваного це виражалось у додатковому прирості продуктивності на 0,47–1,16 т/га, зниженні собівартості на 0,14–0,36 тис.грн/га, підвищенні рентабельності на 19,3–48,3%, енергетичної ефективності – на 0,14–0,71 т пластичності культури до посушливих умов протягом вегетації. Наукові результати можуть стати основою для вдосконалення системи удобрення за органічного вирощування жита озимого, що забезпечить формування сталих врожаїв за рахунок мінімізації впливу стресових чинників (посушливі періоди протягом вегетації) та підвищити економічну ефективність виробництва зерна у агроформуваннях різних форм власності.

**Ключові слова:** органічне землеробство, короткоротаційна сівозміна, системи удобрення, рідкі органо-мінеральні добрива, пластичність жита озимого, рівень рентабельності, коефіцієнт енергетичної ефективності.

## ВСТУП

Домінуючими у земельному фонді Полісся України є ґрунтові відміни легкого гранулометричного складу, які характеризуються несприятливими агрофізичними і фізико-хімічними показниками, дуже низькою забезпеченістю елементами живлення і низьким енергетичним потенціалом. Це є серйозною перешкодою для розвитку органічного землеробства на Поліссі. Така ситуація змушує агровиробників насичувати сівозміни низькомаржинальними культурами, які не вибагливі до родючості ґрунту. Тому актуальним є максимальне використання потенціалу жита озимого у органічному землеробстві зазначеної агроґрунтової зони, передусім, за рахунок підвищення ефективності системи удобрення цієї традиційної поліської культури.

Жито більш толерантне до умов вирощування порівняно з іншими озимими зерновими, що дозволяє ефективно його культивувати в умовах Полісся України. Дослідженнями Avramenko et al. (2022) встановлено, що воно здатне засвоювати поживні речовини з малодоступних форм і може успішно вирощуватись на ґрунтах із невисокою природною родючістю. Завдяки високій стійкості у агроценозі та пластичності до умов навколишнього середовища цю культуру часто розміщують на бідних ґрунтах по невдалим попередниках, нехтують оптимальними термінами посіву і не застосовують добрив. Проте, як зазначають Nelson et al. (2011) і Hayden et al. (2012), культура, навіть за пізніх строків сівби встигає накопичити достатньо пластичних речовин, здатна добре кущитися рано навесні, ефективно використовувати весняні запаси вологи і формувати достатній продуктивний стеблостій. Одним із шляхів вирішення проблеми щодо підвищення урожайності та економічної ефективності при вирощуванні жита озимого є обов'язкове включення в технологічний процес позакореневого підживлення комплексними добривами, що містять основні макро- та мікроелементи. Goenadi et al. (2018) відмічають, що вимоги до економічної ефективності застосування комплексних добрив з кожним роком посилюються. Wilier et al. (2020) також наголошують на пріоритетах

економічного характеру при застосуванні біологічних факторів інтенсифікації агровиробництва. При цьому, дослідженнями Karasiuk & Khomchak, (2005), Martinez-Alcantara et al. (2016) доведено, що чим складніші ґрунтово-кліматичні і погодні умови, тим важливіша роль біологізації у технологіях вирощування культур. Згідно спостережень Didiek et al. (2018), Bargaz et al. (2018), Stamenković et al. (2018), біологічні препарати здатні активізувати життєздатність корисної епіфітної і, особливо, сапрофітної мікрофлори, які на 25-30% стримують розвиток патогенних організмів, та сприяють кращому засвоєнню рослинами рухомого фосфору і азоту. Mc Guire (2017) зазначає, що рідкі комплексні мікродобрива і біопрепарати сприяють підвищенню якості одержаної сільськогосподарської продукції, передусім, за рахунок поліпшення кореневого живлення рослин. Як стверджують Kysil (2005) та Gunes et al. (2015), між ростом рослин і інтенсивністю поглинання біофільних елементів існує тісний кореляційний взаємозв'язок. Тому велике значення має встановлення закономірностей впливу різних видів добрив та препаратів на цей процес. Цінність таких досліджень зростає в системі органічного землеробства. Як зазначають Jezierska-Thöle, et al. (2017), Reganold et al. (2016), Muller et al. (2017), ефективно органічне виробництво має базуватись на енергоефективних ґрунтозахисних технологіях, інтенсифікації кругообігу речовин, підвищенні якості продуктів харчування і умов життя людей. Не менш важливим, на думку Stovolos (2014), Klonsky (2012), є запровадження сталих сівозмін, широке використання рослинних решток, гною і компостів, багаторічних бобових трав і сидеральних культур. Проте, Seufert et al. (2012), Freyer et al. (2019) вважають, що серйозним стримуючим чинником для розширення площ під органічним сільським господарством є, насамперед, поширена думка, що відмова від мінеральних добрив і хімічних засобів захисту призведе до стрімкого зниження врожаїв.

Метою досліджень було оцінити вплив позакореневого підживлення рідкими комплексними добривами за органічного та конвекційного вирощування жита озимого в умовах Полісся України на формування високих і сталих врожаїв, що є актуальним у контексті кліматичних змін.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Стационарний дослід «Розробка та оцінка елементів біологізації в системі землеробства в умовах Полісся», у якому виконувались дослідження, було закладено у 2010 році (дослідне поле Поліського національного університету, Черняхівський р-н, Житомирська обл.). Це 5-ти пільна сівозмінна, яка розгорнута на ясно-сірому лісовому ґрунті, що характеризувався низькою забезпеченістю макроелементами і загальним гумусом, а також слабкислою реакцією ( $pH_{KCl} = 4,8$ ). Площа посівної ділянки становить  $130 \text{ м}^2$ , а облікової –  $110 \text{ м}^2$ . Повторність досліду триразова. Використано польові, лабораторно-аналітичні, математико-статистичні методи досліджень. Статистичну обробку результатів виконано за Dospekhov (1985) з використанням програмного комплексу *Statistica 10.0*, збір і облік основної та побічної продукції проведено поділянково за повної стиглості зерна.

Посів здійснювали насінням високих репродукцій сорту Хлібне. Технологія вирощування жита озимого відповідає принципам органічного виробництва і адаптована для зони Полісся. Основний обробіток ґрунту проводився дисковими знаряддями. Попередник – картопля. Для оцінки ефективності рідких органо-мінеральних добрив на фоні застосування різних систем удобрення жита озимого проаналізовано результати двофакторного стаціонарного досліду:

**Фактор А. Система удобрення:** 1. Біологічний контроль (без добрив); 2. Органічна система (післядія гною, що вносилась під картоплю у нормі  $50 \text{ т/га}$ ); 3. Органо-мінеральна система (50% органічних добрив і 50% добрив мінерального походження); 4. Мінеральна система удобрення ( $N_{50}P_{40}K_{70}$  безпосередньо під культуру). На варіанті біологічного контролю добрива не вносились, проте, на полі залишались післяжнивні рештки, щоб змодельювати агроєкосистему з мінімальним людським втручанням. За органічної системи безпосередньо під жито озиме добрива також не вносились, проте використовувалась післядія 1-ого року від внесення під попередник підстилкового гною. Слід підкреслити, що системи удобрення збалансовані за елементами живлення і за органо-мінеральної системи частина органічних добрив (50% від потреби у біофільних елементах) була замінена мінеральними природнього походження ( $N_{20}P_{10}K_{30}$  безпосередньо під культуру), які застосовуються в органічному господарстві: азотні у вигляді сечовини, фосфорні – фосфориту, а калійні – каїніту. Солома після збирання зернових культур залишалася на полі і, у подальшому, загорталася у ґрунт. Мінеральна система удобрення передбачала внесення добрив хімічного походження: суперфосфат простий гранульований (20% д. р.), калій хлористий (51% д. р.), аміачна селітра (34% д. р., під передпосівну культивування). Загальна потреба у добривах була визначена при розробці схеми стаціонарного досліду з урахуванням агрохімічної характеристики ясно-сірого лісового ґрунту, його поглинальної здатності та біологічних особливостей культур сівозміни. Для оптимізації співвідношення  $C:N$  у ґрунті для прискорення процесу деструкції соломи додатково вносились азотні добрива з розрахунку  $10 \text{ кг/т}$  соломи.

**Фактор Б. Рідкі комплексні добрива (РКД):** 1. Контроль; 2. Мочевин-К №1, р. ( $1 \text{ л/га}$ ); 3. Мочевин К №2, р. ( $1 \text{ л/га}$ ); 4. Органік Д-2М, р. ( $1 \text{ л/га}$ ); 5. Гумат калію, р. ( $2 \text{ л/га}$ ).

Позакореневе підживлення посівів жита озимого рідкими комплексними добривами виконували двічі за вегетацію (згідно схеми досліду та рекомендацій щодо їх застосування): перше внесення проводилось у фазі виходу в трубку, друге – через чотирнадцять днів. На контролі паралельно проводили обприскування водою. Досліджувані препарати внесені до відповідних державних реєстрів (State register of pesticides..., 2022; Havran et al., 2022). Мочевин-К№1, р. ( $1 \text{ л/га}$ ) рекомендовано виробником для покращення розвитку кореневої системи, біомаси рослин та посилення їх імунної системи. Добриво містить 11 – 13% N, 0,1 – 0,3%  $P_2O_5$ , 0,05 – 0,15%  $K_2O$ , а також мікроелементи (0,1%) і бурштинову кислоту (0,1%). Мочевин К №2, р. ( $1 \text{ л/га}$ ) містить 9–11% N, 0,5–0,7%  $P_2O_5$ , 0,05–0,15%  $K_2O$ , 3 г/л гумату натрію, 1 г/л гумату калію, 1 г/л комплексу мікроелементів. Це добриво рекомендовано для підвищення стійкості рослин до посухи, утворення додаткових пагонів і прискорення дозрівання. Органік Д-2М, р. ( $1 \text{ л/га}$ ) включає 2,0-3,0% N, 1,7-2,8%  $P_2O_5$ , 1,3-2,0%  $K_2O$ , 2,0-6,0% кальцію загального, 65-70% органічних речовин (у перерахунку на вуглець) і рекомендоване для посилення імунітету рослин до різних захворювань, збільшення схожості та енергії проростання насіння, зменшення коефіцієнту переходу нітратів, важких металів і радіонуклідів у рослини, посилення мікробіологічної активності ґрунту. Гумат калію ( $2 \text{ л/га}$ ) містить макроелементи (NPK), комплекс мікроелементів (0,3-2,5 г/л) і рекомендоване для посилення стійкості рослин до заморозків, посухи, їх кращого росту і розвитку (State register of pesticides..., 2022; Havran et al., 2022).

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз урожайності культури в досліді у 2014 р. показав, що найвищий результат забезпечила традиційна мінеральна система удобрення, де, на варіанті без застосування препаратів, приріст становив  $1,71 \text{ т/га}$  або 72,5% відносно показника, який було досягнуто на біологічному контролі ( $2,36 \text{ т/га}$ ). На зазначеному варіанті системи удобрення найкраще спрацювали препарати Мочевин-К2 і Органік Д-2М, які й забезпечили отримання найвищої урожайності в досліді –  $5,00$  і  $4,94 \text{ т/га}$ , відповідно.

За умов органічної системи удобрення, де культура використовувала лише післядію гною, який був внесений під попередник, урожайність на варіанті без застосування препаратів склала  $3,00 \text{ т/га}$ . Внесення препаратів забезпечило приріст урожаю на рівні  $3,67$ - $3,83 \text{ т/га}$ . Найнижчі показники були зафіксовані при використанні препарату Мочевину-К1. Органо-мінеральна система удобрення на варіанті без застосування препаратів забезпечила приріст урожайності  $1,42 \text{ т/га}$  або 60,2% порівняно з біологічним контролем. Використання рідких органо-мінеральних добрив значно покращило показник. Найвищу урожайність на зазначеному агрофоні було зафіксовано за умови використання Органік Д-2М та Мочевину-К2 –  $4,70$  і  $4,98 \text{ т/га}$ , відповідно.

Найбільша вартість отриманої продукції в умовах досліду в 2014 році була зафіксована за мінеральної системи удобрення та використання рідких органо-мінеральних добрив Мочевин-К2 та Органік Д-2М –  $15,00$  і  $14,82 \text{ тис.}$

грн/га, відповідно. Зазначена тенденція спостерігалася і за органо-мінеральної системи. Найменші виробничі витрати при вирощуванні жита озимого були зафіксовані на біологічному контролі та органічній системі (5,12 та 5,04 тис. грн/га, відповідно), а найвищі – за мінеральної системи (8,16 тис. грн/га). Найвищий рівень рентабельності при вирощуванні жита озимого у перший рік досліджень був за органічної системи. Це пояснюється тим, що культура використовувала післядію гною, який був внесений під картоплю. Обробка посівів рідкими комплексними добривами підвищила ефективність зазначеної системи удобрення. Найвищий рівень рентабельності було отримано за умов застосування Мочевин-К2 – 123%, Органік Д-2М – 120%. Також високий рівень рентабельності зазначених препаратів було досягнуто і за органо-мінеральної системи – 124 і 111%, відповідно.

У 2015 р. рівень урожайності був значно вищим. Так, на біологічному контролі приріст становив 1,23 т/га або 52,1%. Це пов'язано, передусім, з більш сприятливими погодними умовами під час формування урожаю жита озимого. В досліді найвищу урожайність було отримано за мінеральної системи удобрення – 4,39 т/га, що на 0,8 т/га або 22,3% більше, ніж на біологічному контролі. За використання препаратів перевага системи удобрення посилилась. При цьому, кращий результат забезпечили Мочевин-К2 та Гумат калію – 5,59 т/га та 5,67 т/га, відповідно. Органо-мінеральна система також забезпечила високий приріст врожаю відносно біологічного контролю – 0,44 т/га або 12,3%. За умов застосування Мочевин-К2 і Органік Д-2М на фоні органо-мінеральної системи прирости становили, відповідно, 1,14 і 1,47 т/га або 28,3 і 36,5% відносно контролю по системі.

Аналіз результатів економічної ефективності систем удобрення засвідчив, що найвища вартість отриманої продукції була зафіксована на варіантах, де виконувались обробки посівів препаратами Мочевин-К2 і Гумат калію на фоні мінеральної системи – 16,77 і 17,01 тис. грн/га, відповідно. Проте, і затрати на вирощування тут були найбільшими – 8,19 тис. грн/га, що на 3 тис. грн/га або 58,7-59,0% більше, ніж на варіанті органічної системи. Дещо нижчі показники були зафіксовані за умов органо-мінеральної системи з обробкою посівів Органік Д-2М та Мочевин-К2. Умовно чистий прибуток був найбільшим за органічної системи – приріст відносно біологічного контролю становив 1,54 тис. грн/га або 26,7%. Перепрати також забезпечили покращення показника. Так, за органічної системи рідкі органо-мінеральні добрива Органік Д-2М та Мочевин-К2 сприяли отриманню умовно-чистого прибутку на рівні 9,72 та 9,81 тис. грн/га, що на 33,2 і 34,4% більше, ніж на контролі. За впливу органо-мінеральної системи зазначені препарати забезпечили збільшення умовно чистого прибутку на 3,28 і 4,26 тис. грн або 59,1 і 76,8%, відповідно. Найвищий рівень рентабельності за органічної системи пов'язаний з тим, що на формування врожаю жита використовувалося післядію гною, а затрати на його внесення були віднесені до технологічних витрат попередньої культури (картоплі). По тій же причині

досить високі показники рентабельності характерні для органо-мінеральної системи удобрення.

У 2016 р. урожайність була нижчою у порівнянні з попереднім роком. Так, на біологічному контролі показник знизився на 0,17 т/га або 4,7%. Це пов'язано зі складними погодними умовами, які склались у критичний період розвитку культури, оскільки за гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) у фазах виходу в трубку, цвітіння, формування і досягання зерна вони характеризувались як посушливі. За органічної системи приріст урожайності на контролі становив 0,65 т/га або 19,0%, органо-мінеральної – 0,39 т/га (11,4%), а мінеральної – 0,71 т/га (20,8%). Ефективність препаратів за різних систем удобрення була не однозначною. Так, за органічної системи найефективнішим виявилось позакореневе підживлення препаратами Мочевин-К2 та Органік Д-2М – приріст показника становив 0,52 т/га (12,8%) і 0,68 т/га (16,7%), відповідно. За органо-мінеральної системи перевага зазначених препаратів зберіглась – приріст відносно контролю – 0,79 т/га (20,7%) і 1,09 т/га (28,6%), відповідно. За мінеральної системи удобрення найвищий приріст врожаю відносно контролю було зафіксовано за обробки препаратами Мочевин-К2 та Гуматом калію – 1,07 т/га (25,9%) і 1,24 т/га (30,0%), відповідно.

Найвищий умовно чистий прибуток без застосування препаратів був отриманий за органічної системи удобрення – 7,18 тис. грн./га, що на 36,8% більше, ніж на біологічному контролі. За позакореневого підживлення препаратами Органік Д-2М та Мочевин-К2, показник зріс на 1,43 тис. грн/га або 19,9% та 1,91 тис. грн/га або 26,6% відносно контролю, відповідно. За органо-мінеральної системи перевага зазначених препаратів зберіглась – за обробки препаратом Органік Д-2М приріст відносно контролю по системі становив 3,12 тис. грн./га або 63,8%, а Мочевин-К2 – 2,23 тис. грн./га або 45,6%. На третій рік досліджень рівень рентабельності був найвищим за органічної системи – від 143% на контролі до 176% за використання препаратів.

В цілому, за три роки досліджень перевага препаратів Мочевин-К2 та Органік Д-2М по урожайності була незаперечною на фоні усіх систем удобрення, що вивчались у досліді (Таблиця 1). Так, на фоні різних систем удобрення за позакореневого підживлення рідкими комплексними добривами (РКД) Мочевин-К2 приріст становив 21,1-26,9%, а Органік Д-2М – 19,5-29,9%. В середньому, за 3 роки досліджень, органічна система без застосування РКД забезпечила приріст урожайності на рівні 0,6 т/га або 19,3%, органо-мінеральна – 0,75 т/га або 24,0%, а мінеральна – 1,07 т/га або 34,4% відносно біологічного контролю. Позакореневе підживлення РКД Мочевин-К2 і Органік Д-2М на фоні різних систем удобрення забезпечили приріст урожайності на 0,73-1,16 т/га або 19,5-29,9% відносно відповідних контролів по системах. Найвищу продуктивність забезпечили агротехнології на базі мінеральної системи удобрення і проведення позакореневого підживлення Мочевин-К2 та Гумат калію – 5,27±0,68 т/га та 5,23±0,58 т/га, відповідно.

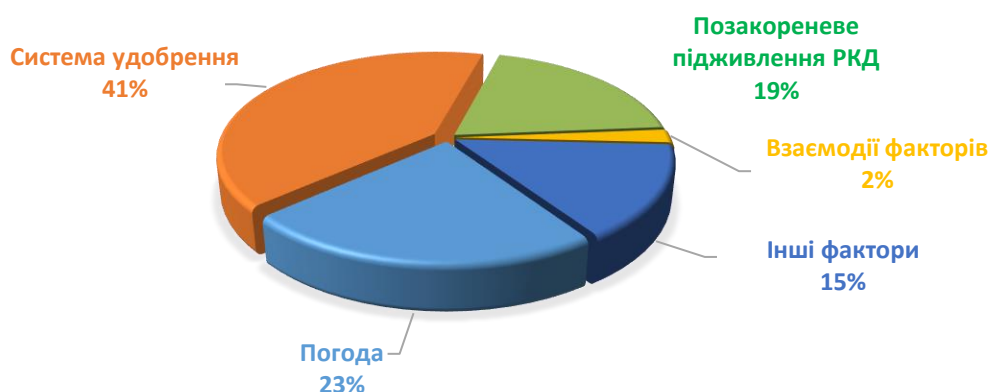
**Таблиця 1.** Урожайність жита озимого залежно від систем удобрення і препаратів (середнє за 3 роки) у короткочасній сівозміні Полісся

Система удобрення	Препарат	Урожайність, т/га	Відхилення				Коефіцієнт варіації
			за системами удобрення		за препаратами		
			±	%	±	%	
1. Біологічний контроль	Контроль	3,12±0,75*	–	–	–	–	21,34
	Контроль	3,73±0,71	0,60	19,3	–	–	16,90
2. Органічна система	Мочевин-К1	4,20±0,58	–	–	0,47	12,6	12,28
	Мочевин-К2	4,51±0,68	–	–	0,79	21,1	13,32
	Органік Д-2М	4,46±0,69	–	–	0,73	19,6	13,71
	Гумат калію	4,40±0,65	–	–	0,68	18,2	13,04
3. Органо-мінеральна система	Контроль	3,87±0,70	0,75	24,0	–	–	15,89
	Мочевин-К1	4,54±0,70	–	–	0,67	17,2	13,70
	Мочевин-К2	4,92±0,66	–	–	1,04	26,9	11,95
	Органік Д-2М	5,03±0,75	–	–	1,16	29,9	13,23
4. Мінеральна система	Гумат калію	4,62±0,54	–	–	0,74	19,2	10,41
	Контроль	4,20±0,72	1,07	34,4	–	–	15,24
	Мочевин-К1	4,80±0,66	–	–	0,60	14,4	12,14
	Мочевин-К2	5,26±0,68	–	–	1,07	25,4	11,35
	Органік Д-2М	5,02±0,66	–	–	0,82	19,5	11,66
	Гумат калію	5,22±0,58	–	–	1,03	24,5	9,77

Примітка: \* $M \pm m$  – довірчий інтервал.

Джерело: розроблено авторами.

Значний рівень варіювання урожайності в розрізі років досліджень зумовлений, на нашу думку, впливом погодних умов, частка впливу яких на показник сягала 23% (Рисунок 1). Для порівняння, частка впливу систем удобрення становила 41%, а підживлення рідкими комплексними добривами – 19%. Проте, як показав статистичний аналіз результатів урожайності культури, ступінь впливу погодного фактору по варіантах агротехнологій був не однаковим. При цьому, прослідковується цікава закономірність. Так, на біологічному контролі зафіксовано сильний рівень варіювання врожаю жита озимого по роках досліджень (21,3%). Застосування систем удобрення з обробкою посівів РКД, значно зменшило рівень варіабельності показника. Можна припустити, що покращення рівня живлення культури і, особливо, застосування РКД сприяло підвищенню стійкості сорту до посушливих умов, що склались у 2016 році. Хоча таке порівняння є дещо умовним, проте підтверджує висновки науковців про позитивну дію рідких орано-мінеральних добрив щодо захисту культур від несприятливих погодних умов протягом вегетації (Semenjuk, 2017; Drobek et al., 2019).

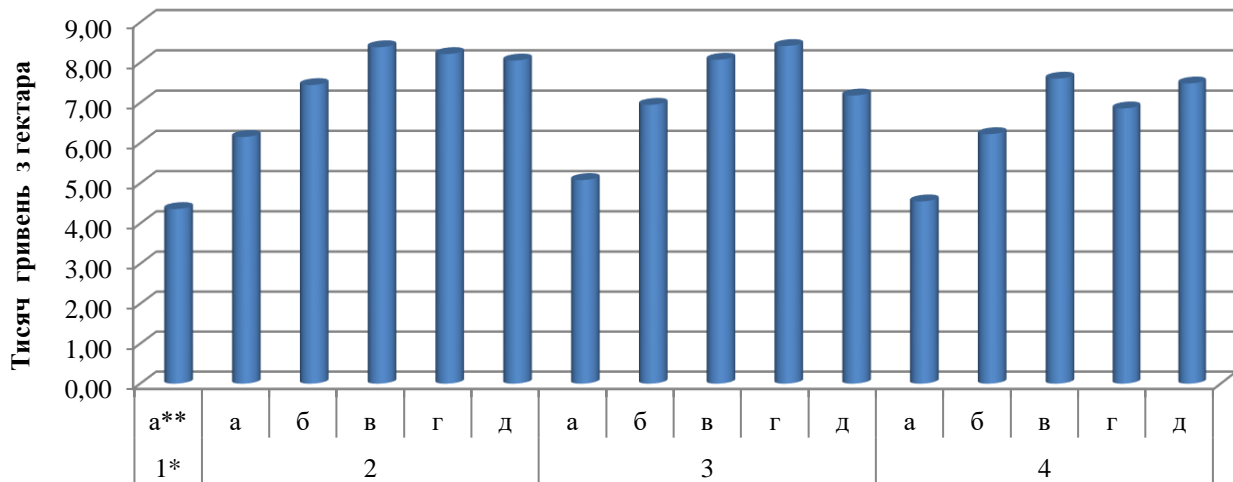


**Рисунок 1.** Частка впливу факторів на урожайність жита озимого протягом періоду спостережень

Джерело: розроблено авторами.

В цілому, за 3 роки досліджень найнижчі технологічні затрати на вирощування жита озимого на контрольних варіантах відмічалися за органічної та органо-мінеральної систем удобрення – 5,03 і 6,54 тис. грн./га. За мінеральної системи без застосування препаратів затрати зросли на 3,03 тис. грн./га або 60,5%

відносно біологічного контролю. Найвищий умовно чистий прибуток отримано за органо-мінеральної системи за використання препарату Органік Д-2М – 8,41 тис. грн./га (Рисунок 2).



**Рисунок 2.** Умовно чистий прибуток при вирощуванні жита озимого залежно від систем удобрення та препаратів (середнє за 3 роки)

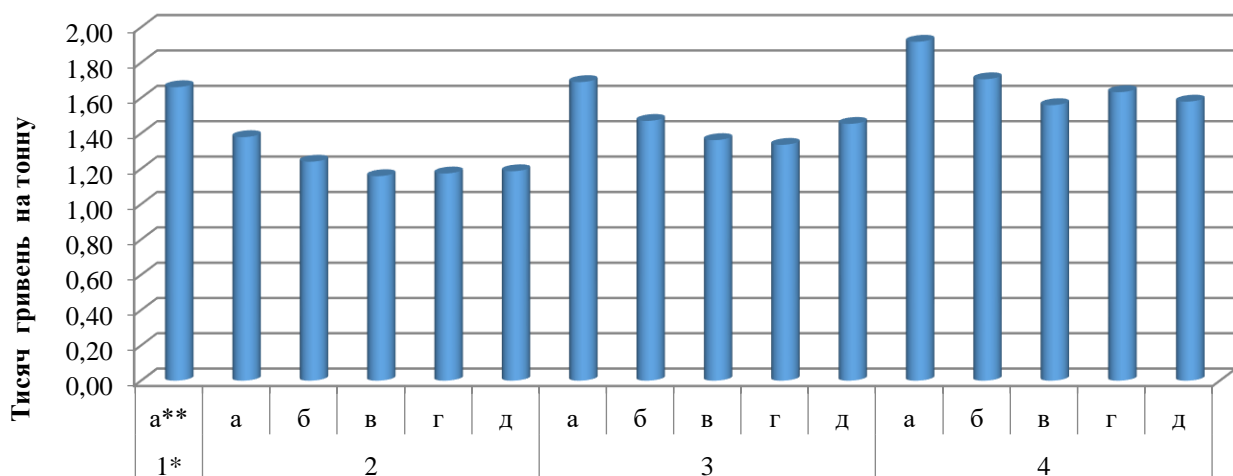
**Примітки:** \*Системи удобрення: 1 – Біологічний контроль; 2 – Органічна система; 3 – Органо-мінеральна система; 4 – Мінеральна система. \*\*Рідкі комплексні добрива: а – Контроль; б – Мочевин-К1; в – Мочевин-К2; г – Органік Д-2М; д – Гумат калію.

**Джерело:** розроблено авторами.

Мінеральна система удобрення, хоча й забезпечила високу продуктивність культури, проте зростання затрат на її вирощування порівняно з альтернативними органічними системами суттєво знизило економічну привабливість агротехнологій на її основі, що проявилось у зменшенні умовно чистого прибутку і рівня рентабельності. Так, на варіанті без використання препаратів за мінеральної системи зафіксований найнижчий рівень умовно чистого прибутку (4,55 тис. грн/га), що на 26% нижче, ніж за органічної системи.

системи удобрення – 1,38 тис. грн/т, що на 0,28 тис. грн/т або 17% менше, ніж на біологічному контролі (Рисунок 3). За мінеральної системи собівартість зросла на 0,26 тис. грн/т або 15,5% порівняно з абсолютним контролем. В цілому, за органічної системи собівартість зерна жита озимого була на 0,54 тис. грн/т або 39,1% нижчою, ніж за мінеральної системи удобрення. За позакоренового внесення рідких органо-мінеральних добрив Мочевину К №1 та Органік Д-2М показник знизився, відповідно, на 16,0-19,4% і 14,8-21% залежно від системи.

В середньому, за три роки досліджень найнижча собівартість жита озимого була зафіксована за органічної

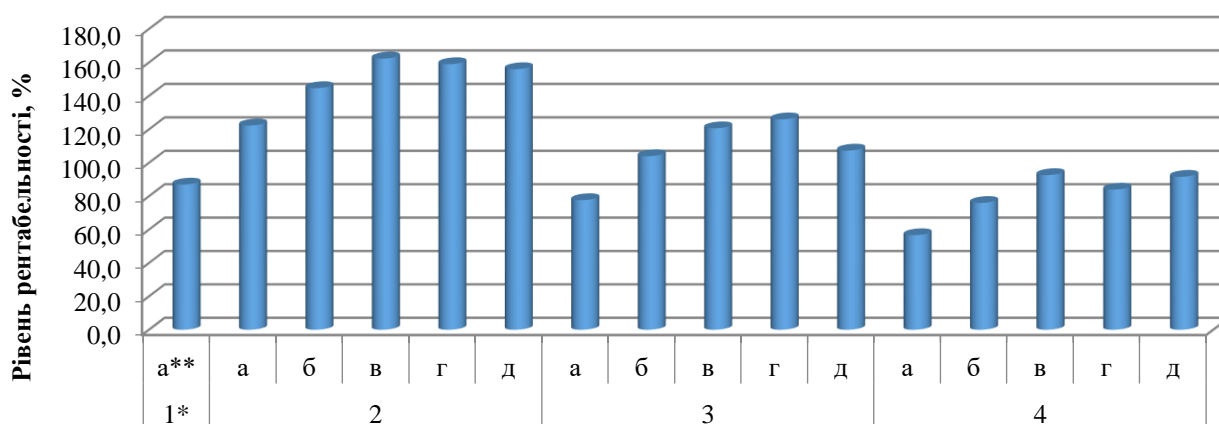


**Рисунок 3.** Собівартість жита озимого залежно від систем удобрення та препаратів (середнє за 3 роки), тис. грн/т

**Примітки:** \*Системи удобрення: 1 – Біологічний контроль; 2 – Органічна система; 3 – Органо-мінеральна система; 4 – Мінеральна система. \*\*Рідкі комплексні добрива: а - Контроль; б – Мочевин-К1; в – Мочевин-К2; г – Органік Д-2М; д – Гумат калію.

**Джерело:** розроблено авторами.

Застосування органічної системи сприяло збільшенню рентабельності вирощування культури на 35,3 % порівняно з контролем по досліді (Рисунок 4). За конвекційного вирощування відмічено суттєве зниження показника по усіх варіантах мінеральної системи удобрення. Без застосування рідких комплексних добрив рентабельність виробництва зерна на зазначеній системі була на 65,7% нижчою, ніж за органічної системи. Рідкі органо-мінеральні добрива суттєво покращували економічну ефективність вирощування культури за усіх систем удобрення. Так, зокрема, застосування Мочевин-К2 і Органік Д-2М забезпечило збільшення умовно чистого прибутку на 2,06-3,33 тис. грн/га або 33,5-67,0% відносно контрольних варіантів з обробкою водою.



**Рисунок 4.** Рівень рентабельності при вирощуванні жита озимого залежно від систем удобрення та рідких комплексних добрив (середнє за 3 роки), %

**Примітки:** \*Системи удобрення: 1 – Біологічний контроль; 2 – Органічна система; 3 – Органо-мінеральна система; 4 – Мінеральна система. \*\*Рідкі комплексні добрива: а - Контроль; б – Мочевин-К1; в – Мочевин-К2; г – Органік Д-2М; д – Гумат калію.

**Джерело:** розроблено авторами.

Поряд з економічним, не менш важливим є енергетичний аналіз технологій вирощування. Було встановлено, що за період досліджень агротехнології забезпечили високий рівень енергетичної ефективності, оскільки накопичення сукупної енергії в урожаї культури значно перевищувало сукупні енергетичні витрати на виробництво (Таблиця 2). Так, навіть, на біологічному контролі коефіцієнт енергетичної ефективності становив  $3,74 \pm 0,91$ . За мінеральної системи удобрення на контролі показник поліпшився лише на 6,6%, а за органо-мінеральної – на 11,8% відносно біологічного контролю.

Найкращою з енергетичної точки зору була органічна система, забезпечивши збільшення коефіцієнта енергоефективності на 19,3%. Підживлення комплексними препаратами сприяло підвищенню показника на 3,5-13,5% за мінеральної системи, 4,8-16,1% – органо-мінеральної і 7,8-15,9% – органічної систем.

Найвищу енергетичну ефективність в досліді забезпечили агротехнології, що передбачали застосування органічної системи і позакореневе підживлення РКД Мочевин К№1 ( $K_{ee}=5,16$ ) та Органік Д-2М ( $K_{ee}=5,09$ ).

**Таблиця 2.** Показники енергетичної ефективності вирощування жита озимого у короткоротаційній сівозміні Полісся

Варіант удобрення	Рідке комплексне добриво	Вихід енергії, ГДж	Коефіцієнт енергетичної ефективності
1. Біологічний контроль	Контроль	52,19±12,6	3,73±0,9
	Контроль	62,27±11,91	4,45±0,85
2. Органічна система	Мочевин-К1	70,13±5,97	4,8±0,41
	Мочевин-К2	75,42±11,36	5,16±0,78
	Органік Д-2М	74,47±11,55	5,09±0,79
	Гумат калію	73,58±10,86	5,03±0,74
	Контроль	64,72±2,58	4,17±0,17
3. Органо-мінеральна система	Мочевин-К1	75,86±3,1	4,37±0,18
	Мочевин-К2	82,16±5,49	4,73±0,32
	Органік Д-2М	84,11±7,87	4,84±0,45
	Гумат калію	77,14±7,34	4,44±0,42
4. Мінеральна система	Контроль	70,13±3,22	3,98±0,18
	Мочевин-К1	80,21±3,62	4,12±0,19
	Мочевин-К2	87,95±5,67	4,52±0,29
	Органік Д-2М	83,83±1,89	4,3±0,1
	Гумат калію	87,28±10,12	4,48±0,52

**Джерело:** розроблено авторами.

## ОБГОВОРЕННЯ

Враховуючи характеристику зональних та інших поширених в Поліссі ґрунтів, а також зважаючи на рекомендації Solovei et al. (2018) щодо еколого-генетичної придатності ґрунтів України для органічного виробництва, було встановлено, що земельний фонд Полісся (крім масивів легкосуглинкового гранулометричного складу) мало придатний для ведення органічного землеробства. На основі досліджень ґрунтової бази даних Solovei et al. (2018) було віднесено 50,4% ґрунтового покриву Полісся до мало придатних, 45,5% – умовно придатних і лише 4,1% – придатних для ведення органічного землеробства. Автори наукової розробки зазначають, що зональні ґрунти Полісся характеризуються високою окупністю мінеральних добрив, що різко знижує коефіцієнт органічності. Проте, запропонований Solovei et al. (2018) підхід при оцінці придатності є досить умовним. Так, згідно досліджень Grysenko (2020), розвиток органічного землеробства в зоні має значний потенціал, особливо при вирощуванні жита озимого і впровадженні ефективної органічної системи удобрення. Це підтверджують і наші дослідження (Kravchuk et al., 2021).

Дослідженнями Yavorskaya et al. (2006) обґрунтовано необхідність позакореневого листового підживлення рослин мікроелементами у фазі інтенсивного росту й розвитку і, особливо, за стресових ситуацій (низькі температури, посуха). Januskaitiene et al. (2021), Karasiuk & Khomchak (2005) зазначають, що мікроелементи, які входять до складу рідких органо-мінеральних добрив, активізують перебіг багатьох фізіологічних і біохімічних процесів, зокрема, підвищують інтенсивність фотосинтезу, активізують дію ферментів, посилюють вуглеводневий обмін, що обумовлює стійкість культури до стресових ситуацій у посушливі періоди протягом вегетації. На переконання Bargaz et al. (2018), важливою умовою підвищення ефективності таких добрив є врахування біологічних особливостей культури, способу їх внесення та строків. У працях Popko et al. (2018), Gunes et al. (2015), Antille et al. (2013) підкреслюється, що ефективність рідких комплексних добрив суттєво залежить від температурного режиму і режиму зволоження протягом вегетації, а також стану ґрунтової екосистеми. Протягом періоду досліджень встановлено, що гідротермічні умови вегетаційного періоду мали значний вплив на перебіг біохімічних процесів, що відбуваються у рослинах. Це підтверджують і відповідні біохімічні дослідження Januskaitiene et al. (2021). Kalenska (2004) отримала подібні результати. Автор зазначає, що коливання урожайності культури по роках може сягати 40-60% залежно від погодних умов (Kalenska, 2004).

Позитивний вплив органічного удобрення на підвищення стійкості зернових культур у критичні по вологозабезпеченню роки, що було зафіксовано протягом періоду досліджень, відмічають і I. Januskaitiene et al. Автори вказують на суттєве збільшення продукування рослинами ячменю ярого ферментативних антиоксидантів, а також зниження швидкості фотосинтезу у посушливі роки за органічного удобрення, ніж на мінеральній системі (Januskaitiene et al., 2021). Крім того, як зазначають Sivojiene et al. (2021),

Zikeli & Gruber (2017) за тривалого мінерального удобрення відбувається значне збіднення видового біорізноманіття ґрунтових мікроорганізмів. Це зумовлює формування ніш для акліматизації патогенних організмів і зниження стійкості культурних рослин до стресових чинників.

Варто підкреслити, що дослідження виконувались за ґрунтоощадної системи обробки ґрунту. Доцільність застосування такої системи обробки обґрунтовано у працях Galich & Strelchenko (2004), Veremeienko & Semenko (2019), Kadžienė et al. (2011). Це підтвердили і наші попередні дослідження (Kravchuk et al., 2021). Kravchuk et al. (2021) було встановлено, що за тривалого застосування ґрунтозахисних агротехнологій відбулись позитивні зміни агроекологічного стану кореневмісного шару ясно-сірого лісового ґрунту. Це проявлялось у суттєвому покращенні окремих біологічних (вміст гумусу і біологічна активність ґрунту), агрофізичних (структурність) і водно-фізичних (запас продуктивної вологи) показників. Проте, за впливом на урожайність культур сівозміни, перевага тривалого застосування безполіцевих способів основного обробки в досліді проявлялась лише за умови застосування системи удобрення (Kravchuk et al., 2021). Нашими попередніми дослідженнями (Kravchuk et al., 2021) також встановлено, що жито озиме може ефективно вирощуватись без застосування гербіцидів, оскільки характеризується високим коефіцієнтом куцання і інтенсивним наростанням біомаси, що обумовлює пригнічення бур'янів. Таких же висновків дійшли і Reddy (2003), Cavigelli et al. (2008).

## ВИСНОВКИ

За 3 роки досліджень у короткоротаційній сівозміні найвища продуктивність жита озимого була за вирощування культури за конвекційною технологією з мінеральною системою удобрення – 4,2 т/га. Ця система удобрення забезпечила приріст зерна 1,07 т/га або 34,4% відносно контролю по досліді. За умови застосування у сівозміні органічної технології вирощування на основі органічної системи удобрення приріст урожайності становив 0,6 т/га або 19,3%, а органо-мінеральної – 0,75 т/га або 24,0%. Позакореневе підживлення рідкими комплексними добривами суттєво підвищило ефективність зазначених систем удобрення, забезпечивши додатковий приріст урожайності на 0,47-1,16 т/га або 12,6-29,9%. Найвищі прирости врожаю забезпечило застосування добрив Мочевин-К2 і Органік Д-2М.

Частка впливу погодних умов на урожайність культури за період досліджень становила 23%. Варіювання урожайності у різні за вологозабезпеченням роки суттєво зменшувалось за умови застосування систем удобрення з обробкою посівів рідкими комплексними добривами, що є особливо актуальним у контексті адаптації до змін клімату.

Найбільш економічно та енергетично доцільним у умовах досліді було вирощування культури за органічними технологіями, що базувались на органічній (післядія гною) і органо-мінеральній системах удобрення (з внесенням на 1 га сівозмінної площі 5 т/га гною та  $N_{12}P_{10}K_{25}$ , в т. ч.  $N_{20}P_{10}K_{30}$  безпосередньо під культуру) і позакореневим підживленням Органік Д-2М. Зазначені технології забезпечили отримання умовно чистого прибутку на рівні 8,21 і 8,41 тис. грн/га, рентабельності – 159 і 126%, коефіцієнту енергетичної ефективності – 5,09 і 4,84, відповідно, що значно перевищувало відповідні показники за конвекційного вирощування жита озимого.



Перспективи подальших досліджень пов'язані з пошуком нових ефективних рідких комплексних добрив і, особливо, біопрепаратів за органічного вирощування жита озимого, що зменшить вплив стресових чинників у посушливі періоди протягом вегетації, забезпечить отримання сталих врожаїв і сприятиме підвищенню економічної ефективності виробництва зерна у господарсько-виробничих структурах різних форм власності.

## ПОДЯКИ

Автори дослідження висловлюють щиру подяку президенту Федерації органічного руху України Євгену Володимировичу Милованову за ідею та консультативну підтримку, завдяки яким дослідження стало можливим.

## КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

## REFERENCES

- [1] Antille, D.L., Sakrabani, R., Tyrell, S.N., Le, M.S., & Godwin, R.J. (2013). Characterization of organomineral fertilizers derived from nutrient – enriched biosolids granules. *Applied and Environmental Soil Science*, 2013, article number 694597. doi: 10.1155/2013/694597.
- [2] Artemieva, K. (2018). Economic efficiency of complex application of liquid organomineral fertilizers. *Bulletin of Agricultural Science*, 5(782), 73-77. doi: 10.31073/agrovisnyk201805-12.
- [3] Avramenko, S., Tsekhmeistruk, M., & Hlybokyi, O. (2011). New aspects of growing winter rye. *Agribusiness Today*, 17, 5-8.
- [4] Bargaz, A., Lyamlouli, K., Chtouki, M., Zeroual, Y., & Dhiba D. (2018). Soil microbial resources for improving fertilizers efficiency in an integrated plant nutrient management system. *Front Microbiology*, 9, article number 1606. doi: 10.3389/fmicb.2018.01606.
- [5] Cavigelli, M.A., Teasdale, J.R., & Conklin, A.E. (2008). Long-term agronomic performance of organic and conventional field crops in the mid-Atlantic region. *Agronomy Journal*, 100(3), 785-794. doi: 10.2134/agronj2006.0373.
- [6] Dospekhov, B. A. (1985). *Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)*. Moscow: Agropromizdat, 351.
- [7] Drobek, M., Frąc, M., & Cybulska, J. (2019). Plant biostimulants: Importance of the quality and yield of horticultural crops and the improvement of plant tolerance to abiotic stress – A Review. *Agronomy*, 9(6), article number 335. doi: 10.3390/agronomy9060335.
- [8] Faridi, M.F., & Sulphay, M.M. (2019). Food security as a prelude to sustainability: A case study in the agricultural sector, its impacts on the Al Kharj community in The Kingdom of Saudi Arabia. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 6(3), 1336-1345. doi: 10.9770/jssi.2019.6.3(34).
- [9] Freyer, B., Bingen, J., & Fiala, V. (2019). Seven myths of organic agriculture and food research. *Organic Agriculture*, 9, 263-273. doi: 10.1007/s13165-018-0213-2.
- [10] Galich M. A., Strelchenko V. P. (2004). *Agroecological bases of land use of Zhytomyr region*. Zhytomyr: Volyn. 184.
- [11] Goenadi, D.H., Mustafa, A.B., & Santi, L.P. (2018). Bio-organo-chemical fertilizers: A new prospecting technology for improving fertilizer use efficiency (FUE). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 183(1), article number 012011, 1-11. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/183/1/012011>.
- [12] Grycenko, O. (2020). Yield of the sorts of winter rye in organic production in Polissya of Ukraine. *Scientific Horizons*, (2), 38-42. doi:10.33249/2663-2144-2020-87-02-38-42
- [13] Gunes, A., Karagoz, K., Turan, M., Kotan, R., Yildirim, E., Cakmakci, R., & Sahin, F. (2015). Fertilizer efficiency of some plant growth promoting rhizobacteria for plant growth. *Research Journal of Soil Biology*, 7, 28-45. doi: 10.3923/rjsb.2015.28.45.
- [14] Hayden, Z., Brainard, D., Henshaw, B., & Ngouajio, M. (2012). Winter annual weed suppression in rye-vetch cover crop mixtures. *Weed Technology*, 26(4), 818-825. doi: 10.1614/WT-D-12-00084.1.
- [15] Havran, I., Prokopets, S., Yezerkowska, L. et al. (2022). List of auxiliary products and methods allowed for use in organic farming, taking into account the requirements of the organic standards of the European Union. Kyiv: «Organic Standard» LLC, 172.
- [16] Januskaitiene, I. & Dikšaitytė, A. & Kunigiškytė, J. (2021). Organic fertilizers reduce negative effect of drought in barely (C 3) and millet (C 4) under warmed climate conditions. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 68. doi: 10.1080/03650340.2021.1928648.
- [17] Jezierska-Thöle, A., Gwiaździńska-Goraj, M., & Wiśniewski, Ł. (2017). Current status and prospects for organic agriculture in Poland. *Quaestiones Geographicae*, 36(2), 23-36. doi: 10.1515/quageo-2017-0012.
- [18] Kadžienė, G., Munkholm, L. J. & Mutegi, J. K. (2011). Root growth conditions in the topsoil as affected by tillage intensity. *Geoderma*, 166, 1, 66–73. doi: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2011.07.013>.

- [19] Kalenska, S. (2004). Production of winter rye grain in Ukraine. *Collection of Scientific Works of Uman SAU: Semi-Public Issue*, 90-98.
- [20] Karasiuk, I., & Khomchak, O. (2005). Study of the ways of application of microelements in plant growing in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Collection of Scientific Works of Uman SAU: Agronomy*, 61, 55-63.
- [21] Klonsky, K. (2012). Comparison of production costs and resource use for organic and conventional production systems. *American Journal of Agricultural Economics*, 94, 314-321. doi: 10.1093/ajae/aar102.
- [22] Kravchuk, M., Kropivnitsky, R., Klimenko, T., Jarmolowicz, A., Kropivnitsky, V. (2020). Weeds contamination of a winter rye crops depending on ways of tillage in the conditions of transition to organic farming. *Scientific Horizons*, 01 (86), 39-45. doi: 10.33249/2663-2144-2020-86-1-39-45.
- [23] Kravchuk, N. N., Kropyvnytskyi, R. B., Zhuravel, S. V., Klymenko, T. V., & Trembitska, O. I. (2021). Soil-protective technologies as an important component of agricultural biologization in the conditions of the Central Polissia of Ukraine. *E3S Web of Conferences*, 254, Archive number 05012. doi:10.1051/e3sconf/202125405012.
- [24] Kysil, V. (2005). *Agrochemical aspects of greening agriculture*. Kharkiv: NSC «Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry named O. N. Sokolovskoho», 167.
- [25] Martinez-Alcantara, B., Martinex-Cuenca, M.-R., Bermejo, A., Legaz, F., & Quinones, A., (2016). Liquid organic fertilizers for sustainable agriculture: Nutrient uptake of organic versus mineral fertilizers in citrus trees. *PLoS One*, 11(10), article number e0161619. doi: 10.1371/journal.pone.0161619.
- [26] Mc Guire, A.M. (2017). Agricultural science and organic farming: Time to change our trajectory. *Agricultural & Environmental Letters*, 2, article number 170024. doi: 10.2134/ael2017.08.0024.
- [27] Muller, A., Schader, C., El-Hage Scialabba, N., Brüggemann, J., Isensee, A., Erb, K.-H., Smith, P., Klocke, P., Leiber, F., Stolze, M., Niggli, U. (2017). Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nature Communications*, 8, article number 1290. doi: 10.1038/s41467-017-01410-w.
- [28] Nelson, K.A., Smeda, R.J., & Smoot, R.L. (2011). Spring-interceded winter rye seeding rates influence weed control and organic soybean yield. *International Journal of Agronomy*, 2011(1), article number 571973. doi: <https://doi.org/10.1155/2011/571973>.
- [29] Popko, M., Michalak, I., Wilk, R., Gramza, M., Chojnacka, K., & Górecki, H. (2018) Effect of the new plant growth biostimulants based on amino acids on yield and grain quality of winter wheat. *Molecules*, 23(2), 470. doi: 10.3390/molecules23020470.
- [30] Reddy, K.N. (2003). Impact of rye cover crop and herbicides on weeds, yield, and net return in narrow-row transgenic and conventional soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*, 17(1), 28-35.
- [31] Reganold, J.P., & Wachter, J.M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, 2(2), article number 15221. doi: 10.1038/nplants.2015.221.
- [32] Semenjuk, O.V. (2017). The effectiveness of the use of liquid organic fertilizers Polydon® and plant growth stimulator Alfastim® on winter wheat crops. *Farming*, 1, 44-46.
- [33] Seufert, V., Ramankutty, N., & Foley, J. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 485, 229-232. doi: 10.1038/nature11069.
- [34] Sivojiene, D., Kacergius, A., Baksiene, E., Maseviciene, A., & Zickiene, L. (2021). The Influence of Organic Fertilizers on the Abundance of Soil Microorganism Communities, Agrochemical Indicators, and Yield in East Lithuanian Light Soils. *Plants (Basel, Switzerland)*, 10(12), 2648. <https://doi.org/10.3390/plants10122648>.
- [35] Solovei, V.B., Shedei, L.O., Zalavskiy, Yu.V. et al. (2018). Recommendations for assessing the ecological and genetic suitability of the soils of Ukraine for organic production in the zonal and regional aspect. Kharkiv: Brovin O.V., 44.
- [36] Stamenković, S., Beškoski, V., Karabegović, I., Lazić, M., & Nikolić, N. (2018). Microbial fertilizers: A comprehensive review of current findings and future perspectives. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 16(1), article number e09R01. doi: 10.5424/sjar/2018161-12117.
- [37] State register of pesticides and agrochemicals approved for use in Ukraine (2022), Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine, official website, available at : <https://mepr.gov.ua/content/derzhavniy-reestr-pesticidiv-i-agrohimiaktiv-dozvolenih-do-vikoristannya-v-ukraini-dopovnennya-z-01012017-zgidno-vimog-postanovi-kabinetu-ministriv-ukraini-vid-21112007--1328.html> (accessed 22 December 2022).
- [38] Stovolos, N. (2014). Model for the formation of a national system for the production of organic products. *Visnyk ZhDTU*, 4(70), 98-102. doi: 10.26642/jen-2014-4(70)-98-102.
- [39] Tireuov, K., Mizanbekova, S., Kalykova, B., & Nurmanbekova, G. (2018). Towards food security and sustainable development through enhancing efficiency of grain industry. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 6(1), 446-455. doi: 10.9770/jesi.2018.6.1(27).

- [40] Wilier, H., Schlatter B., Trâvrûcek J., Kemper L. & Lemoud J. (Eds.) (2020). The World of organic agriculture statistics and emerging trends 2020. Retrieved from <https://shop.fibl.org/chde/mwdownloads/download/link/id/1294/>.
- [41] Yavorskaya, V., Dragovoz, I., Kryuchkova, L. et al. (2006). Growth regulators based on natural raw materials and their application in crop production. Kyiv: Logos (in Ukrainian).
- [42] Zikeli, S., & Gruber, S. (2017). Reduced tillage and no-till in organic farming systems, Germany–Status Quo, Potentials and Challenges. *Agriculture*, Vol. 7(4), 35. <https://doi.org/10.3390/agriculture7040035>.

**Стаття опублікована у фаховому виданні «SCIENTIFIC HORIZONS» англійською мовою і доступна на сайті видавництва за адресою: <https://sciencehorizon.com.ua/uk/journals/tom-26-1-2023/yefektivnist-organichnikh-tekhnologiy-viroshchuvannya-zhita-ozimogo-v-umovakh-polissya-ukrayini-u-konteksti-adaptatsiyi-do-zmin-klimatu>**

**Для цитування:**

Polischuk, V., Zhuravel, S., Kravchuk, M., Kropyvnytskyi, R., & Trembitska, O. (2023). Efficiency of organic technologies of winter rye cultivation in Ukraine's Polissya in the context of climate change adaptation. *Scientific Horizons*, 26(1), 19-30.

## Efficiency of organic technologies of winter rye cultivation in Ukraine's Polissya in the context of climate change adaptation

**Vira Polischuk**

Assistant. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2968-8382>.  
Polissia National University  
10008, Stary Blvr., 7, Zhytomyr, Ukraine

**Serhiy Zhuravel**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4627-9898>.  
Polissia National University  
10008, Stary Blvr., 7, Zhytomyr, Ukraine

**Mykola Kravchuk\***

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3405-9206>.  
Polissia National University  
10008, Stary Blvr., 7, Zhytomyr, Ukraine

**Ruslan Kropyvnytskyi**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7833-3396>.  
Polissia National University  
10008, Stary Blvr., 7, Zhytomyr, Ukraine

**Oksana Trembitska**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1152-0215>.  
Polissia National University  
10008, Stary Blvr., 7, Zhytomyr, Ukraine

---

**Abstract.** In the conditions of the Polissya region of Ukraine, the cultivation of winter rye in organic farming is promising, but it is constrained by low crop yields. Therefore, the urgent task is to find ways to improve the efficiency of the fertilisation system of this traditional Polissya crop. The purpose of the study was to analyse the feasibility of using liquid complex fertilisers against the background of three fertilisation systems for organic and convection cultivation of winter rye in the conditions of Ukrainian Polissya. Field, laboratory and analytical, mathematical and statistical research methods were used. The results of a stationary experiment on light grey forest soil were analysed. It was found that the highest yield of winter rye was when grown using convection technology with a mineral fertilisation system – 4.2 t/ha, which provided an increase in grain yield of 1.07 t/ha or 34.4% compared to the control option. The use of organic technology based on organic and organo-mineral fertilisation systems provided a significantly smaller increase – 0.6 and 0.75 t/ha or 19.3 and 24.0%, respectively. However, the level of profitability for the mineral system decreased by 0.54 thousand UAH/tonne or 39.1%, net operating profit – by 1.6 thousand UAH/tonne or 26.0% compared to the organic fertilisation system. The latter was also better from the standpoint of energy efficiency. It is proved that double foliar top dressing with liquid organo-mineral fertilisers significantly increases the efficiency of the fertilisation system. In the conditions of the experiment, this was expressed in an additional increase in productivity by 0.47-1.16 t/ha, a reduction in the cost of production by 0.14-0.36 thousand UAH/ha, an increase in profitability by 19.3-48.3%, energy efficiency – by 0.14-0.71, and the plasticity of the crop to dry conditions during the growing season. The findings can become the basis for improving the fertilisation system for organic cultivation of winter rye, which would ensure the formation of sustainable yields by minimising the impact of stress factors (dry periods during the growing season) and increase the economic efficiency of grain production in agricultural enterprises of various forms of ownership

**Keywords:** organic farming; short-term crop rotation; fertilisation systems; liquid organo-mineral fertilisers; plasticity of winter rye; profitability level; energy efficiency coefficient

---