

Effect of fertilizer systems with humic preparation on yield and profitability of winter wheat cultivation

I. Korotkova ✉ | V. Karasenko

Article info

Correspondence Author

I. Korotkova

E-mail:

irinakorotkova10@gmail.com

Poltava State Agrarian

University,

1/3, Skovorody str.,

Poltava, 36003,

Ukraine

Citation: Korotkova, I., & Karasenko, V. (2023). Effect of fertilizer systems with humic preparation on yield and profitability of winter wheat cultivation. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 17–21. doi: 10.31210/spi2023.26.03.03

The winter wheat yield mostly depends on the weather conditions during the growing season (temperature and precipitation), the presence of nutrients in the soil, and the system for wheat crops protecting from weeds. The use of humic preparations in the mixtures' composition with mineral fertilizers makes it possible to purposefully regulate the plant's potential capabilities, ensuring an increase in the efficiency of their absorption of soil nutrients, cell permeability and regulation of mechanisms involved in plant growth stimulation. The aim of this research was to determine the mixtures of mineral fertilizers with humic preparation effectiveness on the yield of winter wheat grain and to provide an economic justification. Field experiments were carried out in Poltava region on typical heavy loamy chernozems using Podolyanka winter wheat cultivar during 2019–2022. The trials consisted of four fertilizer variants: ammonium nitrate, 120 kg/ha; urea, 100 kg/ha; carbamide-ammonia mixture (CAM-32), 100 kg/ha; an ammonium nitrate and Humisol-prima (1 : 1) mixture; urea and Humisol-prima (1 : 1) mixture; CAM and Humisol-prima (1 : 1) mixture. The addition of a humic preparation to nitrogen fertilizers contributed to a significant increase in their action efficiency, which was reflected in the winter wheat yield increase by an average of 15.7 %. The yield increase in the plots fertilized with mixtures of ammonium nitrate + Humisol-prima, urea + Humisol-prima, CAM + Humisol-prima was 10, 16 and 21 %, respectively, relative to the yield index obtained from the plots where pure nitrogen fertilizers were used. The highest yield increase of 21 % was obtained in the plots where the CAM + Humisol-prima mixture was applied to the soil. As a result, the maximum profit of 20,145 hm/ha and the production profitability at the level of 142 % were obtained for this fertilizer variant.

Keywords: winter wheat, humic preparations, nitrogen fertilizers, productivity, profitability.

Вплив систем удобрення з гуміновим препаратом на врожайність та прибутковість вирощування пшениці озимої

I. В. Короткова | В. М. Карасенко

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Врожайність пшениці озимої найбільше залежить від погодних умов протягом сезону вегетації (температура й опади), наявності поживних елементів у ґрунті та від системи захисту посівів пшениці від бур'янів. Використання гумінових препаратів у складі сумішей з мінеральними добривами дає змогу спрямовано регулювати потенційні можливості рослин, забезпечуючи підвищення ефективності поглинання ними поживних речовин із ґрунту, проникність клітин і регулювання механізмів, які беруть участь в стимуляції росту рослин. Мета дослідження полягає у визначенні впливу сумішей мінеральних добрив з гуміновим препаратом на врожайність зерна пшениці озимої та обґрунтуванні економічної ефективності. Польові дослідження проводились протягом 2019–2022 років в умовах Полтавської області на чорноземах типових важко суглинкових з використанням пшениці озимої сорту Подолянка. Випробування склалися з чотирьох варіантів удобрення: аміачна селітра, 120 кг/га; карбамід, 100 кг/га; карбамідно-аміачна суміш (КАС-32), 100 кг/га; суміш аміачної селітри та Гумісол-прима (1 : 1); суміш карбаміду та Гумісол-прима (1 : 1); суміш КАС і Гумісол-прима (1 : 1). Додавання гумінового препарату до азотних добрив сприяло значному підвищенню ефективності їх дії, що відобразилось у зростанні врожайності пшениці озимої в середньому на 15,7 %. Приріст урожайності на ділянках, які удобрювались сумішами аміачної селітри + Гумісол-прима, карбаміду + Гумісол-прима, КАС + Гумісол-прима становив 10, 16 та 21 % відповідно, відносно показника врожайності, отриманого з ділянок, де вносили чисті азотні добрива. Найбільше збільшення врожайності у 21 % отримано на ділянці, де в ґрунт вносили суміш КАС + Гумісол-прима. В результаті, за цього варіанту удобрення було отримано максимальний прибуток у розмірі 20145 грн/га та рентабельність виробництва на рівні 142 %.

Ключові слова: пшениця озима, гумінові препарати, азотні добрива, врожайність, прибутковість.

Бібліографічний опис для цитування: Короткова І. В., Карасенко В. М. Вплив систем удобрення з гуміновим препаратом на врожайність та прибутковість вирощування пшениці озимої. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 17–21.

Вступ

На сьогодні у сучасному сільськогосподарському виробництві використовується багато ефективних засобів, що сприяють підвищенню врожайності пшениці, як однієї з найважливіших зернових культур [1]. Щороку реєструються нові сорти пшениці озимої з різноманітними сільськогосподарськими та функціональними характеристиками, які можна вирощувати в певному регіоні чи кількох регіонах нашої країни, удосконалюються технології вирощування [2, 3]. Але, пошук ефективних, екологічно прийнятних агротехнологій, які гарантують стабільний високий урожай даної зернової культури при зниженні собівартості та негативного впливу засобів інтенсифікації на довкілля, залишається актуальним [4].

Одним із основних факторів, що впливають на розмір врожаю пшениці озимої, є погодні умови протягом сезону вегетації, зокрема температура та опади. На величину врожаю опосередковано впливає система захисту посівів пшениці від бур'янів [5]. З цією метою розроблено та впроваджено у практику виробництва широкий асортимент гербіцидів, що містять сполуки різноманітного хімічного складу та характеризуються різними механізмами дії [6]. Крім того, сорти пшениці озимої характеризуються різними адаптивними властивостями до застосовуваної агротехніки, основне місце в якій займають способи живлення, тобто, види та форми добрив, що використовуються на всіх етапах розвитку рослини. Наприклад, добриво ґрунту виконує не лише функції поповнення поживних речовин для рослин, а також сприяє їх мобілізації в доступну форму, підвищує енергію процесів життєдіяльності, покращує властивості ґрунту [7–10]. Отже, науково обґрунтована система внесення добрив виконує найважливіші функції в агротехнології вирощування пшениці озимої та сприяє отриманню високих врожаїв даної культури.

Однак, вирішити це питання за рахунок лише збільшення обсягів мінеральних добрив на сучасному етапі розвитку аграрного виробництва не доцільно: з одного боку це призведе до забруднення навколишнього середовища (лише близько 47–50 % внесеного азоту поглинається культурою протягом вегетаційного періоду [11], все інше потрапляє в навколишнє середовище у вигляді нітратів (NO_3^-), що вимиваються у гідросистеми, аміаку (NH_3) та закису азоту (N_2O), які забруднюють атмосферу та ґрунти [12], з іншого боку – надмірне використання мінеральних добрив не завжди є корисним для рослини. Саме тому обов'язковим етапом технологій виробництва пшениці озимої стало впровадження стимуляторів росту [13], що дає можливість зменшувати дози застосованих добрив, тим самим обмежити негативний вплив на навколишнє середовище, особливо при застосуванні стимуляторів росту природного походження, до яких належать багаточисленні гумінові препарати [14, 15].

Відомо, що спільне застосування гумінових стимуляторів росту та мінеральних добрив підвищує рівень окультуреності ґрунту за рахунок істотного

підвищення вмісту поживних речовин в ґрунті, сприяє поліпшенню його структури, вологості та повітрообміну. В свою чергу, присутність гумінових речовин підвищує ефективність поглинання рослинами поживних речовин із ґрунту, проникність клітин і регулює механізми, які беруть участь в стимуляції росту рослин [16–21].

Таким чином, вивчення дії цих препаратів у складі сумішей з мінеральними добривами дає змогу спрямовано регулювати потенційні можливості рослин, зокрема, пшениці озимої, що забезпечить її економічну привабливість для виробників.

Мета дослідження

Мета дослідження полягає у визначенні впливу сумішей мінеральних добрив з гуміновим препаратом на врожайність зерна пшениці озимої та обґрунтуванні економічної ефективності.

Завдання дослідження: встановити залежність врожайності пшениці озимої від варіантів живлення та визначити такий, що призводить до максимального ефекту; оцінити економічну ефективність запропонованих способів живлення пшениці озимої за включенням їх до технології вирощування культури.

Матеріали і методи

Для польових досліджень протягом 2019–2022 років використано пшеницю озиму сорту Подолянка в умовах СТОВ «Агрофірма Оржицька» (Полтавська область). Ґрунт дослідної ділянки характеризується як чорнозем типовий важко суглинковий з $\text{pH}_{\text{KCl}} = 5,7$ та вмістом: гумусу в орному шарі – 4,8–5,1 %, азоту загального – 14,6 мг/кг (лужногідролізованого – 10,3 мг/кг), фосфору – 8,9 мг/кг, калію – 68,7 мг/кг.

У зв'язку з тим, що вміст нітрогену в ґрунті досить невисокий (14,6 мг/кг), для збагачення ґрунту азотом було використано горох, як попередник. Після збирання гороху проведено дискування ґрунту дисковим знаряддям БДТ-7 з закладенням більшої частини його рослинних залишків в ґрунт на глибину 8–10 см. Надалі в ґрунт внесені мінеральні та комбіновані (суміші) добрива. Основний обробіток ґрунту передбачав оранку культиватором навісним КПС-4 на глибину 10–12 см. Для передпосівного обробітку здійснено культивування ґрунту з боронуванням глибиною 5–6 см. Передпосівна обробка насіння пшениці озимої здійснювалася фунгіцидом Максим 025 FS, з розрахунку – 2 л/т для захисту від снігової плісняви, кореневої гнилі, твердої сажки та фузаріозу [22].

Насіння висівали звичайним рядковим способом з урахуванням норми висіву 5,5–6,0 млн шт./га з його загортанням на глибину 6–8 см та коткуванням катком кількочастотно-шпоровим ЗККШ-6.

Для боротьби з дводольними бур'янами у весняний період посіви пшениці озимої (у фазу «кущення») обробляли гербіцидом Пріма SE з розрахунку 0,5 л/га [23]. Для захисту посівів від шкідників використано інсектицид системної дії Акцент, КЕ з розрахунку 1,5 л/га [24] та фунгіцид Імпакт 25 SC – 0,5 л/га [25].

Схема удобрення передбачала:

- З метою прийнятого режиму живлення рослин пшениці озимої протягом всього періоду вегетації, задля посилення розвитку кореневої системи та підвищення стійкості культури до морозів внесено нітроамофоску з $N_8P_{24}K_{24}$ на всіх дослідних ділянках під час основного обробітку ґрунту.

- Для регенеративного підживлення у фазу «вихід у трубку» було застосовано такі варіанти удобрення:

1. Аміачна селітра, 120 кг/га.
2. Карбамід, 100 кг/га.
3. Карбамідно-аміачна суміш (КАС-32), 100 кг/га.
4. Суміш аміачної селітри та Гумісол-прима (1 : 1).
5. Суміш карбаміду та Гумісол-прима (1 : 1).
6. Суміш КАС і Гумісол-прима (1 : 1).

Серед значної лінійки гумінових препаратів було використано органо-мінеральне добриво Гумісол-прима, яке вироблене на основі вермі-компосту, – продукту переробки гною ВРХ червоними каліфорнійськими черв'яками *Eisenia fetida*. Добриво збагачене азотом, фосфором і калієм у легкодоступній активній формі з підсиленими імуностимулюючими, антистресовими та фунгіцидними властивостями. Також, воно містить наступні діючі речовини: магній, сірку; мікроелементи (В, Со, Сu, Fe, Мп, Мо, Se, Zn), гумінові речовини (гумати та фульвові кислоти). Концентрація діючої речовини: гумінові речовини, 1,0–5,0 % + N, не менше 0,01 % + P_2O_5 , не менше 0,01 % + K_2O , не менше 0,01 % +

мікроелементи [26]. Кількість внесення робочого розчину Гумісол-прима – 250 л/га.

Друге підживлення проводилося за таких же варіантів у фазу «початок колосіння» одразу після обробкою гербіцидом.

Посівна площа земельної ділянки становить 1 га, облікової – 0,8 га. Повторність досліду – триразова. Розміщення варіантів – рендомізоване. Збирання врожаю проводилося у фазу «повна стиглість» прямим комбайнуванням.

Результати та їх обговорення

Формування врожаю пшениці озимої залежно від виду та форм добрив відбувається по-різному. В одному випадку – за рахунок високого коефіцієнта продуктивного кушіння, в іншому випадку – за рахунок високої маси 1000 зерен, у третьому – за рахунок більшої озерненості колосу, а в деяких випадках – за рахунок всього цього комплексу.

У наших дослідженнях урожайність зерна пшениці озимої сорту Подолянка залежала як від метеорологічних умов, так і від форм внесених добрив. Для оцінки ролі добрив у формуванні врожайності й аналізу їх ефективності, нами було порівняно урожайність пшениці з ділянок, удобрених чистими азотними добривами, та врожайність з ділянок, де вносили суміші азотних добрив з гуміновим препаратом Гумісол-прима. Результати представлені на рисунку 1.

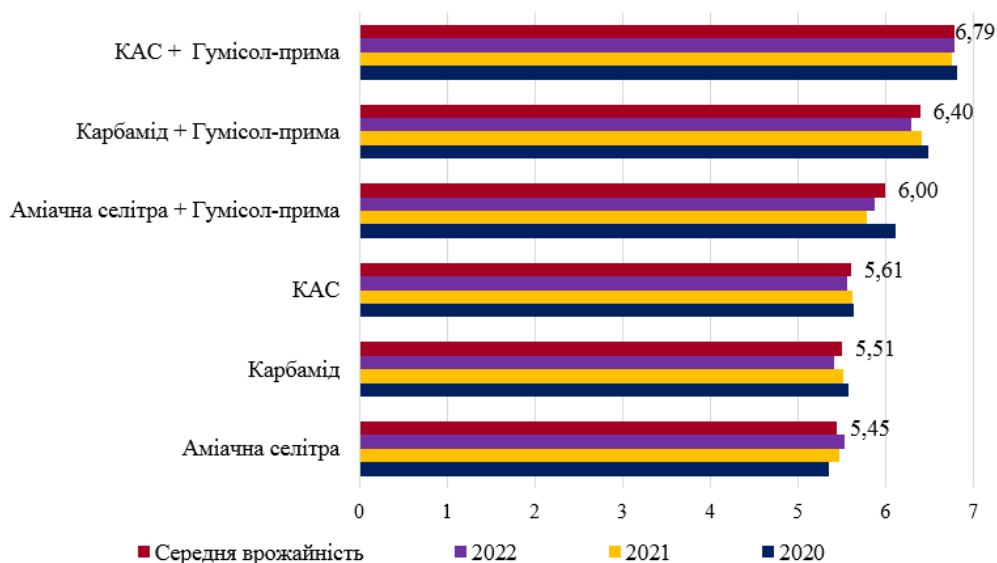


Рис. 1. Рівень врожаю зерна пшениці озимої сорту Подолянка залежно від форм підживлень за роки досліджень (2019–2022 рр.), т/га

Присутність гумінового компонента в суміші з мінеральними добривами, вочевидь, дозволило знизити негативний вплив метеорологічних факторів на врожайність. У проведеному польовому досліді з обробкою ґрунту сумішами азотних добрив з гуміновим препаратом Гумісол-прима отримані дані, що підтверджують достовірне збільшення врожаю на всіх фонах їх використання. Внесок гумінового компонента в підвищенні врожайності щодо чистих

азотних добрив становив 0,87 т/га. Додавання гумінового препарату до азотних добрив сприяло значному підвищенню ефективності їх дії, що відобразилось у зростанні врожайності в середньому на 15,7 %.

Порівняння впливу на врожайність чистих азотних добрив, незважаючи на різний вміст азоту в їх складі, не дозволяє зробити висновок про суттєві переваги будь-якого з них. Можна зазначити, що

в результаті використання КАС-32 урожайність пшениці збільшилась лише на 2–3 % у порівнянні з аміачною селітрою та карбамідом.

Порівняно, також з урожайністю з ділянок, удобрених аміачною селітрою, карбамідом та КАС з урожайністю на варіантах, де дані добрива вносили у сумішах з Гумісол-прима. Отримані результати підтверджують, що присутність в кожній суміші гумінової речовини підсилює дію азотного добрива і, як наслідок, зростає врожайність. Так, приріст урожайності на ділянках, які удобрювались сумішами аміачної селітри + Гумісол-прима, карбаміду + Гумісол-прима, КАС + Гумісол-прима становив 10, 16 та 21 %, відповідно, відносно показника врожайності, отриманого з ділянок, де вносили чисті азотні добрива. Максимальне збільшення врожайності (21 %) отримано на ділянці, де в ґрунт вносили суміш КАС + Гумісол-прима.

Таким чином, результати даного дослідження показали, що склад суміші КАС + Гумісол-прима (1 : 1) виявився задовільним для посилення компонентів врожайності та для досягнення високого врожаю пшениці озимої сорту Подолянка. Присутні у суміші елементи живлення здатні забезпечити належний рівень поживних речовин, необхідний рослинам пшениці протягом всієї вегетації, а гуміновий препарат дозволяє скорегувати їх доступність для рослин. В цілому застосування гумату, як стимулятора росту, в суміші з азотними добривами, дозволяє отримати збільшення врожаю за рахунок поліпшення всіх його структурних показників.

Таблиця 1

Економічна ефективність вирощування пшениці озимої сорту Подолянка залежно від варіанту удобрення

Варіант удобрення	Урожайність, т/га	Виробнича собівартість, грн/га	Повна собівартість, грн/т	Валова продукція, грн/га	Прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Аміачна селітра	5,45	9026	10831	24840	14009	129,3
Карбамід	5,51	9686	11423	25300	14877	130,2
КАС	5,61	10442	11530	26680	15050	130,5
Аміачна селітра + Гумісол-прима	6,00	11546	13181	30360	17179	135,8
Карбамід + Гумісол-прима	6,40	11036	13243	31280	18037	136,2
КАС + Гумісол-прима	6,79	12347	14187	34312	20145	142,0

Таким чином, найбільшу економічну ефективність забезпечує впровадження в технологію вирощування пшениці озимої, для удобрення ґрунту, сумішей азотних добрив з гуміновим препаратом Гумісол-прима, оскільки врожайність за такого способу внесення поживних речовин значно вища і складає 6,0–6,79 т/га, ніж за умови використання традиційних мінеральних добрив (5,45–5,61 т/га).

Тому, в умовах Полтавської області, пшеницю озиму економічно вигідніше вирощувати з використанням представлених сумішей, незважаючи на відносно високу вартість гумінових препаратів, оскільки отримані врожаї на ~21 % перевищують ті, що отримані за умови використання лише мінеральних добрив. І це лише за двократного внесення вказаних сумішей, а якщо використовувати їх так, як рекомендує компанія-виробник – приріст врожаю буде значно більшим.

Агрономічну ефективність використання різних варіантів удобрення пшениці озимої варто доповнити розрахунком економічної ефективності, для чого необхідно правильно визначити систему взаємо-пов'язаних показників, які повинні найбільш об'єктивно характеризувати її рівень. Для цього нами враховано не лише загальні, продуктивні можливості культури (врожайність), а й низку інших важливих показників: вартість валової продукції, загальні витрати, собівартість продукції, умовно чистий прибуток та рівень рентабельності. Для цього була використана технологічна карта вирощування пшениці озимої з урахуванням переважної кількості витрат, у тому числі вартість всіх варіантів добрив, що досліджувались.

Розрахунок витрат паливно-мастильних матеріалів і розмір тарифних ставок проведено відповідно до [27]. Слід зазначити, що основними витратами при вирощуванні пшениці за такими варіантами удобрення є витрати на придбання та внесення добрив, особливо, гумінового препарату Гумісол-прима. Відносно висока вартість даного органічного добрива істотно вплинула на економічну ефективність процесу вирощування пшениці озимої, але його використання, особливо у складі суміші з мінеральними добривами, економічно виправдане. Так, застосування суміші КАС + Гумісол-прима забезпечило отримання найвищого прибутку у розмірі 20145 грн/га та рентабельності виробництва на рівні 142 % (таблиця 1).

Висновки

Проведеними дослідженнями визначено, що всі запропоновані системи живлення на основі сумішей азотних добрив і гумінового препарату сприяють збільшенню врожайності пшениці озимої у порівнянні з обсягом врожаю, отриманого з ділянок за використання чистих азотних добрив. Найбільший врожай 6,79 т/га пшениці озимої було отримано на ділянці, де використовували суміш КАС + Гумісол-прима (1 : 1), що на 21 % більше, ніж на ділянці, де вносили КАС. В результаті, застосування суміші КАС + Гумісол-прима забезпечує отримання прибутку у розмірі 20145 грн/га та рентабельність виробництва на рівні 142 % у порівнянні з використанням чистої КАС.

Перспективи подальших досліджень. Дослідити ефективність застосування різних варіантів удобрення на врожайність сої в умовах Лісостепу України.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Guarin, J. R., Martre, P., Ewert, F., Webber, H., Dueri, S., Calderini, D., Reynolds, M., Molero, G., Miralles, D., Garcia, G., Slafer, G., Giunta, F., Pequeno, D. N. L., Stella, T., Ahmed, M., Alderman, P. D., Basso, B., Berger, A. G., Bindi, M., & Asseng, S. (2022). Evidence for increasing global wheat yield potential. *Environmental Research Letters*, 17(12), 124045. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aca77c>
2. Morgun, V. V., Priadkina, G. A., & Zborivska, O. V. (2019). Depositing ability of stem of winter wheat varieties of different periods of selection. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(2), 239–244. <https://doi.org/10.15421/021936>
3. Tsenov, N., Gubatov, T., Raykov, G., Ivanova A., & Chamurliiski, P. (2017). New approaches for evaluation the grain yield of winter wheat in contrasting environments. *International Journal of Current Research*, 9(01), 44487–44495.
4. Chaika, T., Korotkova, I., Barabolia, O., Shokalo, N., Chetveryk, O., Bilenko, O., & Krykunova, V. (2021). Technological peculiarities of the mustang and *Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl wheat cultivation according to organic farming standards. *International Journal of Botany Studies*, 6(6), 205–210.
5. Jensen, K. J. S., Hansen, S., Styczen, M. E., Holbak, M., Jensen, S. M., & Petersen, C. T. (2021). Yield and development of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and spring barley (*Hordeum vulgare* L.) in field experiments with variable weather and drainage conditions. *European Journal of Agronomy*, 122, 126075. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126075>
6. Craigie, J. S. (2010). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology*, 23(3), 371–393. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>
7. Shah, M. T., Zodape, S. T., Chaudhary, D. R., Eswaran, K., & Chikara, J. (2013). Seaweed sap as an alternative liquid fertilizer for yield and quality improvement of wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 36(2), 192–200. <https://doi.org/10.1080/01904167.2012.737886>
8. Horobets, M., Chaika, T., Korotkova, I., Pysarenko, P., Mishchenko, O., Shevnikov, M., & Lotysh, I. (2021). Influence of growth stimulants on photosynthetic activity of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) crops. *International Journal of Botany Studies*, 6(2), 340–345.
9. Korotkova, I. V., Gorobets, M. V., & Chaika, T. O. (2021). Influence of growth stimulants on productivity of spring barley varieties. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 20–30. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.02>
10. Korotkova, I. V., & Chaika, T. O. (2022). Rol huminovykh preparativ ta yikh sumishei z mineralnymy dobryvamy v tekhnolohiiakh vyroshchuvannya pshenytsi ozymoi. In T. O. Chaika (red.), *Ekolohoorientovani pidkhody vidnovlennia tekhnohenno zabrudnennykh terytorii i stvorennia stalnykh ekosystem: kolektyvna monohrafiia* (pp. 279–322). Poltava: PP «Astraia» [in Ukrainian]
11. Lassaletta, L., Billen, G., Grizzetti, B., Anglade, J., & Garnier, J. (2014). 50 year trends in nitrogen use efficiency of world cropping systems: the relationship between yield and nitrogen input to cropland. *Environmental Research Letters*, 9(10), 105011. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/10/105011>
12. Misselbrook, T. H., Cardenas, L. M., Camp, V., Thorman, R. E., Williams, J. R., Rollett, A. J., & Chambers, B. J. (2014). An assessment of nitrification inhibitors to reduce nitrous oxide emissions from UK agriculture. *Environmental Research Letters*, 9(11), 115006. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/11/115006>
13. Bakhmat, M. I., Sendetsky, I. V., Kozina, T. V., & Sendetsky, V. M. (2019). The influence of growth regulator and seeding rates on the formation of winter rape production in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Agronomy*, 2(3), 189–193. <https://doi.org/10.32819/019027>
14. Trevisan, S., Francioso, O., Quaggiotti, S., & Nardi, S. (2010). Humic substances biological activity at the plant-soil interface. *Plant Signaling & Behavior*, 5(6), 635–643. <https://doi.org/10.4161/psb.5.6.11211>
15. Marenych, M. M., Kaminsky, V. F., Bulygin, C. Yu., Hanhur, V. V., Korotkova, I. V., Yurchenko, S. O., Bahan, A. V., Taranenko, S. V., & Liashenko, V. V. (2020). Optimization of factors of managing productive processes of winter wheat in the Forest-steppe. *Agricultural Science and Practice*, 7(2), 44–54. <https://doi.org/10.15407/agrisp.7.02.044>
16. Korotkova, I., Chaika, T., Romashko, T., & Rybalchenko, A. (2022). Photosynthetic pigments content in emmer wheat plants as criteria of productivity in traditional and organic farming technology. *Innovative Biosystems and Bioengineering*, 6(1), 31–39. <https://doi.org/10.20535/ibb.2022.6.1.255277>
17. Akhtar, K., Muhammad Shah, S. N., Ali, A., Zaheer, S., Wahid, F., Khan, A., Shah, M., Bibi, S., & Majid, A. (2014). Effects of humic acid and crop residues on soil and wheat nitrogen contents. *American Journal of Plant Sciences*, 5(09), 1277–1284. <https://doi.org/10.4236/ajps.2014.59141>
18. Sharma, H. S. S., Fleming, C., Selby, C., Rao, J. R., & Martin, T. (2013). Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*, 26(1), 465–490. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0101-9>
19. Mirzamasoumzadeh, B. (2012). A comparison study on humic acid fertilizers effect on initial growth stages on four wheat cultivars. *Annual Biological Research*, 3(10), 4747–4750.
20. Korotkova, I., Marenych, M., Hanhur, V., Laslo, O., Chetveryk, O., & Liashenko, V. (2021). Weed control and winter wheat crop yield with the application of herbicides, nitrogen fertilizers, and their mixtures with humic growth regulators. *Acta Agrobotanica*, 74. <https://doi.org/10.5586/aa.748>
21. Lotfi, R., Kalaji, H. M., Valizadeh, G. R., Khalilvand Behrozyar, E., Hemati, A., Gharavi-Kochebagh, P., & Ghassemi, A. (2018). Effects of humic acid on photosynthetic efficiency of rapeseed plants growing under different watering conditions. *Photosynthetica*, 56(3), 962–970. <https://doi.org/10.1007/s11099-017-0745-9>
22. *Synhenta Ukraina*. Maksym 025 FS, TH. Retrieved from: <https://www.syngenta.ua/product/crop-protection/maksim-025-fs-th> [in Ukrainian]
23. *Agro Retail*. Herbitsyd Prima SE. Retrieved from: <https://agroretail.com.ua/ua/pl138909172-gerbitsid-prima-corteva.html> [in Ukrainian]
24. *Agrosfera*. Aktsent. Retrieved from: <https://agrosfera.ua/ua/catalog/sredstva-zahiti/akcent-57> [in Ukrainian]
25. *Agrarii razom*. Impakt 25 SC. Retrieved from: <https://agrarii-razom.com.ua/preparations/impakt-25-sc> [in Ukrainian]
26. Humisol-pryma NPK. Retrieved from: <https://humi-plus.com/product/gumisol-prima-npk> [in Ukrainian]
27. Vytraty palyva i normy produktyvnosti dla silskohospodarskoi tekhniki, yaka vykorystovuietsia dla provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn u filiiakh Ukrainskoho instytutu ekspertyzy sortiv roslyn. (2020). Vinnytsia: TOV «Tvory» [in Ukrainian]

ORCID

I. Korotkova  <https://orcid.org/0000-0003-0577-9634>



© 2023 Korotkova I. and Karasenko V. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.