

Фурманець О. А., к.с.-г.н., доцент; Крайна М. А., здобувач третього рівня вищої освіти, асистент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, o.a.furmanets@nuwm.edu.ua, m.a.kraina@nuwm.edu.ua)

ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПРИПОСІВНОГО УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ РІДКИХ КОМПЛЕКСНИХ ДОБРИВ

Оптимізація системи припосівного удобрення кукурудзи є важливою складовою ефективного агрономічного процесу, що безпосередньо впливає на рівень врожайності та якість продукції. Одним з перспективних напрямів у цій сфері є використання рідких комплексних добрив (РКД), які забезпечують рослини доступними поживними речовинами на початкових етапах їх росту та розвитку. Рідкі добрива мають перевагу над твердими, оскільки вони швидше засвоюються рослинами і забезпечують більш рівномірний розподіл елементів живлення в ґрунті. Однак для досягнення максимальних результатів необхідно оптимізувати норми їх внесення залежно від специфічних умов ґрунту та потреб культури. У зв'язку з цим, дослідження ефективності застосування рідких комплексних добрив у системі припосівного удобрення кукурудзи стає актуальним для підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва.

Проблема фосфорного живлення рослин полягає в тому, що фосфор у ґрунті часто знаходиться в недоступних для рослин формах, що обмежує його засвоєння. Дослідження проводилось на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах Західного Полісся України в період з 2021 по 2024 роки. Випробування включали застосування різних норм РКД, гранульованих добрив, а також їх спільне використання при сівбі. Результати показали, що застосування рідких комплексних добрив в умовах регіону може бути ефективним для забезпечення рослин доступними поживними речовинами на ранніх етапах розвитку. Виявлено, що оптимальні дози РКД (25–40 л/га) у поєднанні з гранульованим добривом забезпечують найкращі результати щодо врожайності та якості зерна. Внесення високих доз РКД може бути неефективним, а

також впливає на якість проростання зерна. Стаття підтверджує важливість правильної комбінації видів добрив для досягнення високих врожаїв і підвищення ефективності використання фосфору.

Ключові слова: рідке комплексне добриво; кукурудза; фосфор; ортофосфати; рівень врожайності.

Постановка проблеми. Засвоєння фосфору є одним із ключових факторів для забезпечення нормального розвитку сільськогосподарських культур. Однак, незважаючи на важливість цього елемента, фосфор у ґрунті часто знаходиться в недоступних для рослин формах, що обмежує ефективність його засвоєння. Проблема полягає в тому, що не всі форми фосфору внесені в ґрунт із добривами однаково доступні для рослин. Також варто врахувати вплив різних біотичних та абіотичних факторів на поглинання фосфору рослинами. Враховуючи, що рідкі комплексні добрива є одним із основних джерел доступного фосфору для рослин, важливо зрозуміти, яким чином різні форми фосфору в таких добривах впливають на ґрунтові умови і взаємодіють із кореневою системою рослин. Від ефективності засвоєння фосфору з рідких комплексних добрив залежить не тільки рівень врожайності, але й сталий розвиток агроєкосистем. Тому необхідно дослідити механізми засвоєння фосфору з рідких комплексних добрив різної формуляції та оптимальні умови для їх використання в сільському господарстві.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Створюючи енергетичну основу для функціонування рослинних клітин, фосфор входить до складу нуклеїнових кислот і нуклеотидів, ліпідів мембран, ферментів та проміжних продуктів фотосинтетичного та дихального циклів. Його засвоєння та метаболізм визначально важливі для росту і розвитку рослин. Хоча початкові етапи є критичними щодо фосфору, оптимальне забезпечення ним є важливим протягом усього вегетаційного періоду рослин [1, С. 88]. Вміст фосфору в ґрунті залежить від гранулометричного складу і вмісту гумусу. Бідні на гумус дерново-підзолисті піщані ґрунти відзначаються мінімальною кількістю фосфатів. Вміст яких із глибиною різко падає [2, С. 285]. Для підвищення родючості ґрунту і раціонального застосування фосфорних добрив необхідна оптимізація фосфорного живлення рослин застосуванням добрив з урахуванням вмісту рухомих сполук

фосфору в ґрунті [3, С. 133]. Внесення водорозчинних солей фосфорної кислоти на ґрунтах від слабокислої до слаболужної реакції рН, сприяє перетворенню через певний проміжок часу в двовалентні фосфати калію і магнію надовго залишаючись доступними для сільськогосподарських культур. Внаслідок того, що фосфор в ґрунтовому розчині присутній головним чином у формі H_2PO_4^- при рН-5 і у формі HPO_4^{2-} при рН-7,7. То вплив рН вказує на те, що H_2PO_4^- засвоюється краще ніж HPO_4^{2-} [2, С. 288, 290].

В більшості випадків виробники застосовують разові внесення гранульованих фосфоровмісних матеріалів при посіві, однак при зміні умов середовища, що неможливо передбачити (температура, вологість) – різко зменшується коефіцієнт ефективного використання фосфору з добрив, відбувається накопичення блокованого фосфору в ґрунті та його міграція до водних джерел. Виникає агрономічна та екологічна проблема. Для уникнення небажаних явищ необхідно напрацьовувати варіанти використання альтернативних джерел фосфору [4, С. 105].

У більшості випадків питання вибору сухих або рідких добрив вирішують, виходячи з ціни на елементи живлення, можливості транспортування і зберігання, технологічної практики господарства. Значної агрономічної різниці в цих видах добрив немає. Головною перевагою рідких добрив, порівняно з твердими, є можливість приготування специфічних сумішей, при цьому за складом суміш виявляється гомогенною. При змішуванні твердих добрив досягти такої рівномірності неможливо, оскільки це залежить від однорідності розміру частинок окремих компонентів [5, С. 93]. Втрати рідких добрив під час перезавантаження і зберігання не перевищують 1%. Тоді як втрати твердих мінеральних добрив становлять 10–15% і більше [3, С.178]. У разі удобрення сільськогосподарських культур твердими фосфоровмісними комплексними добривами рухомий фосфор з добрив швидко зв'язується з ґрунтом, що призводить до зменшення його доступності для рослин. Таким чином більш перспективними є рідкі комплексні добрива (РКД), які не мають вищезгаданих недоліків, адже їх виготовляють на основі пірофосфорної кислоти. Отже, РКД мають перевагу над твердими фосфоровмісними комплексними добривами, оскільки азот і фосфор містяться в них у формі повністю розчинних амонійних солей орто- і поліфосфорних кислот, завдяки чому вони

швидше ніж ортофосфати твердих добрив, використовуються рослинами із ґрунтового розчину [6, С. 2].

Останніми роками в Україні набирає популярності сучасна загальносвітова технологія внесення стартових добрив одночасно з сівбою безпосередньо в зону висіву насіння (технологія POP-UP або IN-FURROW), що забезпечує молоді рослини доступними поживними речовинами на початкових етапах росту та розвитку. Внесення добрива при сівбі рекомендовано при вирощуванні основних сільськогосподарських культур, а для кукурудзи є обов'язковим [7, С. 10–13].

В умовах Західного Полісся, де переважають малопродуктивні дерново-підзолисті ґрунти із періодично промивним водним режимом, забезпечити оптимальні умови для культур достатньо важко. При цьому щорічна варіабельність умов зволоження – від надлишкового, до недостатнього в один і той же календарний період, створюють додаткові ризики у фосфорному живленні [4, С. 106].

Мета і завдання досліджень. Метою дослідження є порівняння ефективності засвоєння фосфору сільськогосподарськими культурами з різних формуляцій рідких комплексних добрив (РКД) та деяких твердих комплексних добрив, а також аналіз впливу фізико-хімічних властивостей на формування врожаю культури. Завданням дослідження є оптимізація застосування добрив залежно від специфічних потреб культур та характеристик ґрунтів, що дозволить підвищити ефективність використання фосфору та знизити витрати на добриво.

Виклад основного матеріалу досліджень. З метою дослідження ефективності використання фосфору із РКД при вирощуванні кукурудзи впродовж 2021–2023 років на території Костопільського та Сарненського районів Рівненської області (зона Західного Полісся України) на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах було закладено кілька виробничих апрабацій.

Дослідження проводили як із застосуванням гранульованих комплексних добрив різних формуляцій та доз внесення, так і спільного/окремого застосування гранули та рідких комплексних добрив при внесенні останніх у рядок під час посіву. Слід зазначити, що внесення живлення в рядок відбувалось за схемою розміщення добрив глибше насіннєвого ложа із зміщенням вбік.

Для порівняння розглянемо декілька дослідів по припосівному

удобренні кукурудзи.

Перше випробування складалося із внесення різних норм рідких комплексних добрив як припосівного добрива та порівняння результату із варіантом, де застосовували виключно гранульоване комплексне добриво. Для випробування було обрано РКД Діафан 5/20/5 Action у нормах від 30 до 90 л/га та гранульоване добриво виробника Grupa Azoty Поліфоску 8/24/24 у нормі 150 кг/га. Схема випробування включала як окреме, так і спільне їх застосування для фіксування найбільш оптимального застосування добрив, що випробовувались. У перерахунку на діючу речовину фосфору із гранульованим добривом було внесено 36 кг/га, а із РКД – 6, 10, 14, 18 л/га відповідно.



Рис. 1. Урожайність кукурудзи (дослід 2021 р.)

Порівнюючи результати отримані при різних дозах внесення РКД, бачимо прямопропорційну залежність збільшення показника від підвищення норм внесеного добрива. Проте рівень врожайності. Що рівний 10,02 т/га отримали при разовому застосуванні саме гранульованого добрива. Аналізуючи наведені дані на графіку, однозначно найкращим результатом можна вважати останній, а саме варіант, де застосовували мінімальну дозу РКД та середню норму комплексних добрив.

Наступне випробування включало застосування гранульованого комплексного добрива виробника Grupa Azoty, а саме Поліфоску 8/24/24 у нормі 100 кг/га та РКД Діафан 5/20/5 Action у нормі 30 л/га. На графіку 2 можемо бачити різку відмінність рівня 156

врожайності між варіантами без добрив та із внесенням гранули та невелику розбіжність на варіантах із припосівним внесенням гранули і рідкого комплексного добрива. Варто врахувати, що у перерахунку на діючу речовину фосфору із гранульованим добривом було внесено 24 кг/га, а із РКД – 6 л/га.



Рис. 2. Урожайність кукурудзи (дослід 2023 р.)

Аналізуючи наведені дані, беззаперечним є те, що застосування гранульованого добрива при посіві культур, зокрема кукурудзи, значною мірою впливає на підвищення рівня врожаю. В такому випадку на 45,5%. Що ж до третього варіанту, то він ілюструє найвищий рівень врожайності культури. Тобто на конкретному прикладі графік ілюструє позитивний вплив на рівень врожайності при спільному застосуванні помірних доз різних типів добрив на початкових етапах росту.

На рис. 3 наведено схему випробування із застосуванням припосівного удобрення гранульованим добривом спільно із карбамідом, а також РКД разом та окремо від гранули. Відзначимо, що у перерахунку на діючу речовину фосфору із гранульованим добривом було внесено 30 кг/га, а із РКД – 5 л/га.

Аналізуючи результат третього наведеного випробування, відмічаємо варіант із внесенням рідкого стартового добрива, що на 9,8% нижче від варіанту без застосування добрив. Отриманий результат підтверджує те, що внесення лише РКД як стартового та основного живлення не є достатнім, а у цьому випадку показав негативний результат. Зокрема, внесення живлення було спрямоване на формування міцної кореневої системи на перших етапах росту та

розвитку рослин, якого вподальшому не вистачило на активність росту вегетативної маси кукурудзи та формування потужного качана.

На варіантах 2 та 4, де було внесено повне удобрення (фон), а також фон із РКД – отримано однакові результати щодо рівня врожайності. Проте аналізуючи дані щодо якісних показників зерна, зокрема показник вмісту білка відмічаємо значну різницю на кожному із варіантів (рис. 4).



Рис. 3. Урожайність кукурудзи (дослід 2024 р.)

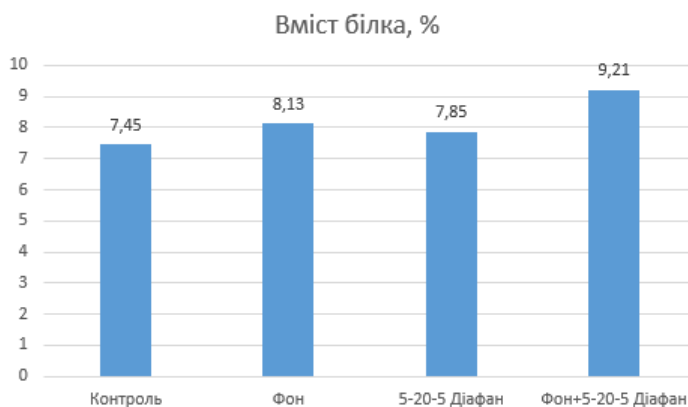


Рис. 4. Вміст білка у зерні кукурудзи, % (дослід 2024 р.)

Найвищий результат вмісту білка у показав 4-й варіант, а саме 9,21%, що на +1,76% більше від чистого контролю та на 1,08% більше ніж варіант із внесеними гранульованими добривами. Зауважимо, що варіант із внесенням лише рідкого стартового добрива із кількістю фосфору 5 л/га, покращило якісний показник зерна, що підтверджує 158

важливість внесення навіть невеликого, проте добре доступного фосфору при посіві.

Висновки. Удосконалення систем живлення основних культур завжди буде актуальним питанням. Пошук та випробування найбільш оптимальних видів та співвідношень добрив наразі є питаннями, які варто досліджувати. Застосування рідких комплексних добрив як стартових безперечно мають перспективи у майбутніх дослідженнях, оскільки завдяки невеликим їх витратам можна підсилити основне живлення на початкових етапах росту та розвитку культури. У підсумку проведеного аналізу випробувань можна зробити висновки, що для отримання високих врожаїв гарної якості важливо правильно обирати не лише норму внесення добрива, але і їх вид. Хоча варто врахувати, що внесення вищих від рекомендованих норм рідких добрив може бути не лише менш рентабельним, проте і здійснювати негативний вплив на якість проростання зерна. Тому найбільш оптимальним є застосування середніх норм гранульованого добрива спільно із нормою РКД від 25–40 л/га.

1. Стахів М. П. Фосфорне живлення рослин та методичні аспекти визначення рухомих сполук фосфору в ґрунті. *Ґрунтознавство*. 2010. № 3–4. Т. 11. С. 88–105. 2. Шевчук М. Й., Веремєєнко С. І. Агрохімія. Рівне, 2011. 728 с. 3. Господаренко Г. М. Агрохімія. Київ, 2018. 560 с. 4. Фурманець О. А. Ефективність застосування рідких комплексних добрив при вирощуванні кукурудзи на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся. *ТНВ*. 2022. Вип. 124. С. 104–111. 5. Gamayunova V., Khonenko L., Baklanova T., Kovalenko O., Pilipenko T. Modern approaches to use of the mineral fertilizers preservation soil fertility in the conditions of climate change. *Scientific horizons*. 2020. № 2 (23). С. 89–101. 6. Гавілей Є. В., Оничко В. І. Особливості застосування рідких комплексних добрив. *Гончарівські читання: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 93-річчю з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова М. Д., 25 травня, 2022 р. : тези доп.* Суми, 2022. С. 100–102. 7. Крамарьов С. М., Бандура Л. П., Крамарьов О. С. Тверді та рідкі комплексні добрива: отримання ефективність використання. *Наукові досягнення сучасного суспільства : IV Міжнародна науково-практична конференція, 4–6 грудня 2019 Ліверпуль (Великобританія)*. 2019. С. 1011–1020.

REFERENCES:

1. Stakhiv M. P. Fosforne zhyvlennia roslyn ta metodychni aspekty vyznachennia rukhomykh spoluk fosforu v grunti. *Gruntoznavstvo*. 2010. № 3–4. T. 11. S. 88–105.
2. Shevchuk M. Y., Veremeienko S. I. Ahrokhimiia. Rivne, 2011. 728 s.
3. Hospodarenko H. M. Ahrokhimiia. Kyiv, 2018. 560 s.
4. Furmanets O. A. Efektyvnist zastosuvannia ridkykh kompleksnykh dobryv pry vyroshchuvanni kukurudzy na dernovo-pidzolystrykh gruntakh Zakhidnoho Polissia. *TNV*. 2022. Vyp. 124. S. 104–111.
5. Gamayunova V., Khonenko L., Baklanova T., Kovalenko O., Pilipenko T. Modern approaches to use of the mineral fertilizers preservation soil fertility in the conditions of climate change. *Scientific horizons*. 2020. № 2 (23). С. 89–101.
6. Havilei Ye. V., Onychko V. I. Osoblyvosti zastosuvannia ridkykh kompleksnykh dobryv. *Honcharivski chytannia : materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii prysviachenoї 93-richchiu z dnia narodzhennia doktora silskohospodarskykh nauk, profesora Honcharova M. D., 25 travnia, 2022 r. : tezy dop.* Sumy, 2022. S. 100–102.
7. Kramarov S. M., Bandura L. P., Kramarov O. S. Tverdi ta ridki kompleksni dobryva: otrymannia efektyvnist vykorystannia. *Naukovi dosiahnennia suchasnoho suspilstva : IV Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia, 4–6 hrudnia 2019 Liverpul (Velykobrytaniia)*. 2019. S. 1011–1020.

Furmanets O. A., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Kraina M. A., Post-graduate Student, Assistant (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

OPTIMISATION OF THE CORN PRE-SOWING FERTILISATION SYSTEM THROUGH THE USE OF LIQUID COMPLEX FERTILISERS

Optimisation of the pre-sowing fertilisation system for corn is an important component of an efficient agronomic process that directly affects the yield and quality of products. One of the most promising points in this area is the use of liquid complex fertilisers (LCF), which provide plants with available nutrients at the initial stages of their growth and development. Liquid fertilisers have an advantage over solid fertilisers because they are absorbed by plants faster and ensure a more even distribution of nutrients in the soil. However, to achieve maximum results, it is necessary to optimise their application rates depending on specific soil conditions and crop needs. In this regard, the study of the effectiveness of liquid complex fertilisers in

the pre-sowing fertilisation system for corn is becoming relevant to increase agricultural productivity.

The problem with phosphorus nutrition of plants is that phosphorus in the soil is often in forms inaccessible to plants, which limits its absorption. The research was conducted on sod-podzolic sandy loam soils of Western Polissya in Ukraine in the period from 2021 to 2024 years. The tests included the use of different rates of liquid fertiliser, granular fertilisers, and their combined use during sowing. The results showed that the use of liquid complex fertilisers in the region can be effective in providing plants with available nutrients in the early stages of development. It was found that the optimal doses of liquid complex fertilisers (25–40 l/ha) in combination with granular fertiliser provide the best results in terms of yield and grain quality. The application of high doses of LCF can be inefficient and also affects the quality of grain germination. The article confirms the importance of the right combination of fertiliser types to achieve high yields and increase phosphorus use efficiency.

***Keywords:* liquid complex fertiliser; corn; phosphorus; orthophosphates; yield level.**