



Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 631.8:631.41:577.175.1

© 2024

ВПЛИВ ІНГІБИТОРА НІТРИФІКАЦІЇ DMPP НА ПРОЦЕСИ РОЗПОДІЛУ АЗОТУ В ҐРУНТІ

О.В. Чайка¹, С.О. Левченко²

¹кандидат сільськогосподарських наук

ТОВ «Хімагромаркетинг»

просп. Соборності, 15, м. Київ, 02160, Україна

e-mail: ¹chaika@himagro.net, ²levchenko@himagro.net
ORCID: ¹0000-0001-6498-123X, ²0009-0005-0886-8853

Надійшла 02.10.2023

Мета. Дослідити вплив інгібітора нітритифікації DMPP на процеси розподілу азоту в чорноземі типовому. **Методи.** Польовий, лабораторно-аналітичний, системного аналізу, порівняння; обробка експериментальних даних — за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Office Excel 2020. **Результати.** Встановлено, що застосування інгібітора нітритифікації DMPP чинить позитивний вплив на розподіл азоту в чорноземі типовому. Так, залежно від агрокліматичних умов та типу ґрунту вміст амонійного азоту у разі застосування DMPP перевищує цей самий показник у контрольному варіанті на 38–85%; на ділянках, де використовувався препарат DMPP у кількості 35 г/га, в прикореневій зоні на 7,2–12,2 мг/кг чорнозему типового більше нітратних форм азоту порівняно з контролем; застосування DMPP підвищує ефективність внесених азотних добрив; завдяки сповільненню процесів переходу від малорухомої амонійної форми азоту до мобільної нітратної рослини отримують поступове і стабільне азотне живлення навіть на пізніх етапах органогенезу. Застосування DMPP відтермінує вивільнення азоту у пізніші критичні для культури фази, відтак з'являється можливість зменшити кількість проходів техніки по полю й час роботи. **Висновки.** Встановлено, що внесення інгібітора нітритифікації DMPP позитивно впливає на процеси розподілу азоту в чорноземі типовому та зменшує його непродуктивні втрати з ґрунту.

Ключові слова: інгібітор нітритифікації, DMPP, азот, удобрення, промивання, втрати азоту.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202404-08>

За складних умов кожного аграрія турбує питання, де та як можна, з одного боку, зекономити, а з іншого — підвищити рентабельність виробництва. Левова

частка від вартості технології вирощування основних сільськогосподарських культур припадає на систему живлення, зокрема на азотні добрива. А зважаючи на постійне

зростання цін на добрива, постає завдання зменшити кількість внесених добрив та покращити їх ефективність без втрати врожайності. Визначаючи оптимальну систему живлення культури азотом, дуже важливо оцінювати ефективність добрив. Втрати азоту в газоподібній формі можуть сягати 25–30% від об'єму внесених добрив [1, 2], і найкритичніша ситуація складається з азотом в амонійній та амідній формах.

Згідно з результатами досліджень вітчизняних та закордонних науковців, найефективнішим використанням азоту буде за умови впровадження системи пролонгованого живлення [3, 4], однак це не завжди прийнятний варіант через надмірне навантаження на техніку та обмеження у часі. Одним із можливих варіантів розв'язання цієї проблеми є використання інгібіторів нітрифікації — хімічних сполук, що пригнічують діяльність нітрифікувальних бактерій і тим самим пролонгують дію азотних добрив та мінімізують втрати азоту з ґрунту [5]. Внесення інгібіторів нітрифікації сприяє зниженню втрат азоту в системі живлення до 50% залежно від його виду, норми використання та агрокліматичних умов [6]. Інгібітори нітрифікації сьогодні застосовують в усьому світі при вирощуванні кукурудзи, пшениці, ріпаку, рису, овочевих культур, бавовнику.

DMPP — це високоефективний інгібітор нітрифікації, що затримує бактеріальне окислення іону амонію (NH_4^+), пригнічуючи на певний час (від 4 до 10 тижнів) активність бактерій роду *Nitrosomonas* у ґрунті [7], за допомогою яких відбувається процес нітрифікації — перетворення азоту амонійної форми NH_4^+ на нітратну NO_3^- . Норма внесення інгібітора — 25–35 г/га. DMPP запобігає втраті азоту через вимивання нітратів в нижні горизонти ґрунту та перешкоджає утворенню закису азоту у верхніх шарах ґрунту з подальшим його випаровуванням в атмосферу [8]. За рахунок поступового переходу амонійної форми азоту в нітратну розв'язується і проблема надмірного накопичення нітратів у рослинах. Використання інгібітора нітрифікації DMPP сприяє затримці бактеріального окислення NH_4^+ , тим самим пролонгуючи дію азотного добрива в часі [9]. Особливо актуальним цей агро-технологічний прийом є для аграріїв, які

практикують разове внесення азоту, оскільки, використовуючи інгібітор нітрифікації, можна забезпечити рослини необхідною кількістю азоту в пізніші критичні періоди.

Мета досліджень — вивчити вплив інгібітора нітрифікації DMPP на процеси розподілу азоту в ґрунті.

Матеріали і методи досліджень. Вплив інгібітора нітрифікації DMPP на процеси розподілу азоту в ґрунті вивчали у 2023 р. у рамках виробничого дослідження, що проводили в різних ґрунтово-кліматичних умовах, зокрема в ТОВ «Добробут» (сmt Козельщина Полтавської обл.); ТОВ «АФ Довженка» (с. Ярьеськи Полтавської обл.) та ТОВ «Хмільницьке» (села Вінницької обл.).

ґрунти ТОВ «Добробут» — це чорноземи типові легкосуглинкового гранулометричного складу, що мають такі характеристики: середній уміст гумусу — 3,08%; рН водної витяжки — 6,5, вміст азоту легкогідролізованого — 112,7 г/кг, рухомих сполук фосфору — 117,1 мг/кг, а рухомих сполук калію — 118,3 мг/кг.

ґрунти ТОВ «АФ Довженка» — чорноземи типові малогумусні середньосуглинкового гранулометричного складу: вміст гумусу — 3,2%, рН водної витяжки — 6,6, вміст азоту легкогідролізованого — 105,3 мг/кг, рухомих сполук фосфору — 110,1 мг/кг, а рухомих сполук калію — 113,1 мг/кг.

Зазначені господарства розташовані в місцевості з помірно-теплим і помірно-вологим кліматом. Гідротермічний коефіцієнт у рік досліджень за період активної вегетації становив 1,1, сума ефективних середньодобових температур — 2600 та 2700 °С відповідно.

ґрунти ТОВ «Хмільницьке» — чорноземи типові середньосуглинкового гранулометричного складу з умістом гумусу 3,2%, рН водної витяжки — 6,4, вмістом азоту легкогідролізованого — 107,3 мг/кг, рухомих сполук фосфору — 113,1, рухомих сполук калію — 114,7 мг/кг. Клімат господарства помірно-континентальний з вологою нестійкою зимою і теплим літом. Гідротермічний коефіцієнт за період активної вегетації в рік дослідження становив 1,2, сума ефективних середньодобових температур — 2450 °С.

ґрунтові зразки для досліджень відбирали на глибині 60 см згідно з ДСТУ ГОСТ

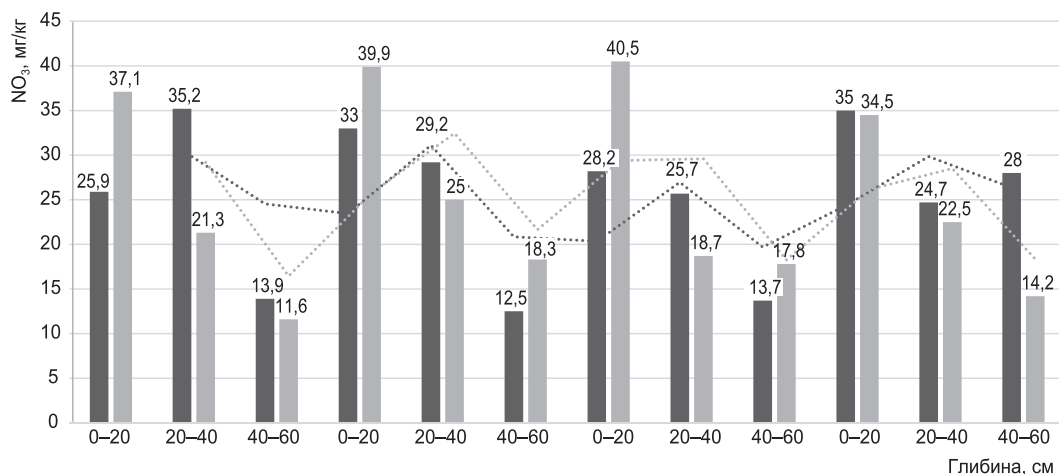


Рис. 1. Вміст нітратного азоту (NO_3^-), мг/кг, у різних шарах чорнозему типового в умовах ТОВ «Добробут»: ■ — контроль; ■ — DMPP

17.4.3.01:2019 [10]. Відбір ґрунтових проб здійснювали за допомогою щупу в шарах ґрунту 0–20, 20–40 та 40–60 см у 4-кратній повторності. Зразки відбирали в різних шарах ґрунту задля достовірності оцінки розподілу азоту по ґрунтовому профілю. Для цього вміст амонійної та нітратної форм визначали на глибині до 60 см, адже азот — це рухливий елемент, що легко вимивається з ґрунтового профілю. Метод відбирання проб — індивідуальні зразки, вибір місця пробовідбирання — рендомізований. Вміст

нітратного та амонійного азоту визначали згідно з ДСТУ 4729 [11]. Добрива вносили напередодні передпосівного обробітку ґрунту у вигляді КАС-32 нормою 100 кг/га відповідно до схеми досліджу: 1. Контроль (100 кг/га КАС-32); 2. 100 кг/га КАС-32 + 35 г/га DMPP. Інгібітор вносили методом додавання в КАС-32. Проби відбирали через 10 тижнів після внесення DMPP.

Результати досліджень. Згідно з результатами дослідження, закладеного в умовах Полтавської обл., вміст нітратного та

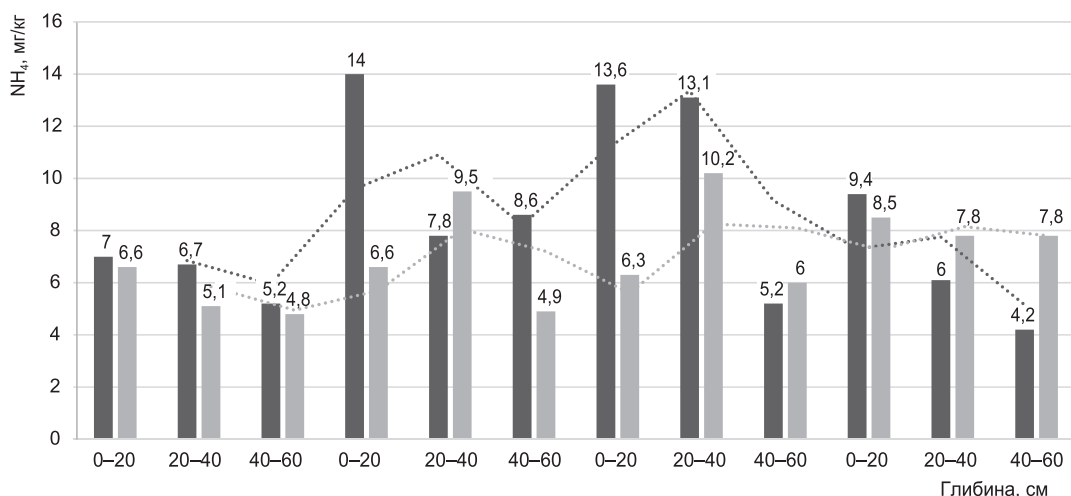


Рис. 2. Вміст амонійного азоту (NH_4^+), мг/кг, у різних шарах чорнозему типового в умовах ТОВ «Добробут»: ■ — контроль; ■ — DMPP

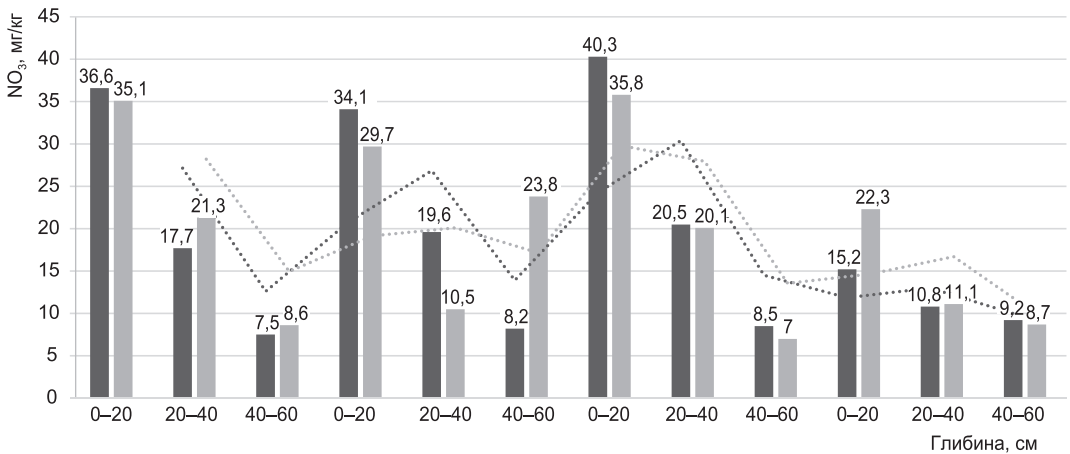


Рис. 3. Вміст нітратного азоту (NO₃), мг/кг, у різних шарах чорнозему типового в умовах ТОВ «АФ Довженка»: ■ – контроль; ■ – DMPP

амонійного азоту в різних зразках ґрунту істотно відрізняється (рис. 1, 2).

На ділянках, де використовували інгібітор нітрифікації DMPP нормою 35 г/га, в усіх повторностях у прикореневій зоні значно більше нітратних форм азоту, ніж у контрольному варіанті. Це є свідченням того, що азот в амонійній формі під впливом препарату поступово переходить в нітратну форму. Завдяки цьому рослини забезпечуються необхідною кількістю азоту протягом значного періоду вегетації. В контрольному варіанті, без внесення DMPP, спостерігається високий вміст нітратної форми

азоту в нижчих горизонтах, що є негативним явищем, оскільки засвоєння азоту в такій кількості рослиною в цьому шарі непродуктивне. Як наслідок, левова частина азоту промивається, не засвоюючись рослинами, потрапляє у ґрунтові води і забруднює навколишнє середовище.

Вміст амонійного азоту у різних зразках ґрунту відрізняється несуттєво. Лише в деяких контрольних варіантах він дещо вищий. Варто зазначити, що у разі внесення DMPP вміст амонійного азоту в різних ґрунтових горизонтах практично однаковий, тому рослини можуть ефективно використовувати

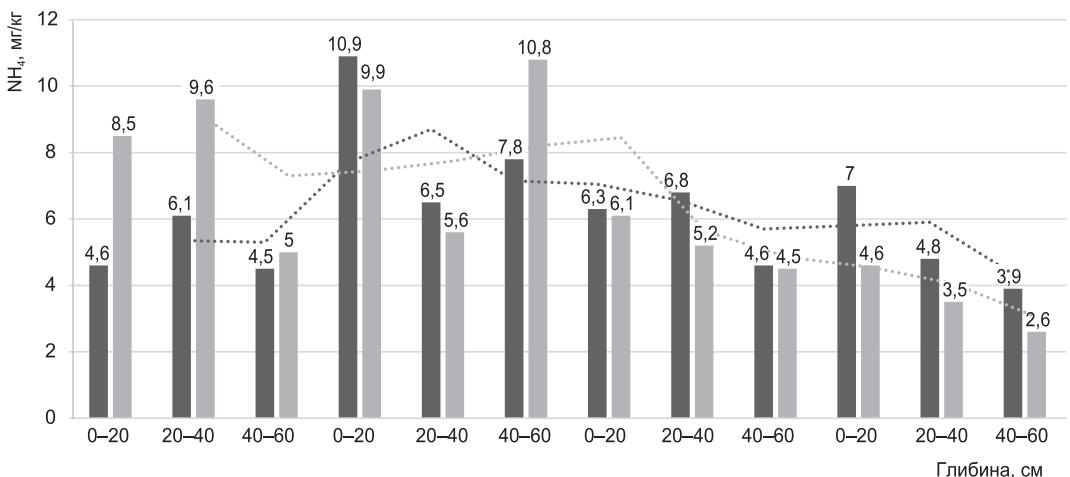


Рис. 4. Вміст амонійного азоту (NH₄), мг/кг, у різних шарах чорнозему типового в умовах ТОВ «АФ Довженка»: ■ – контроль; ■ – DMPP

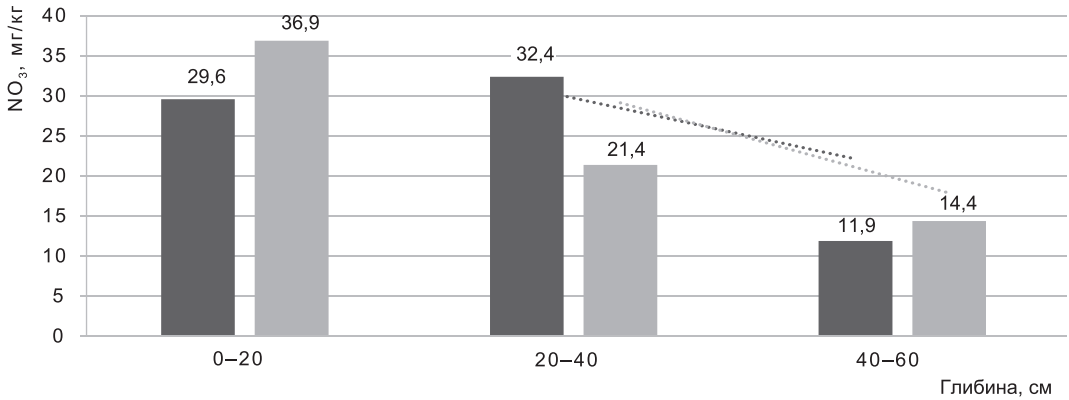


Рис. 5. Вміст нітратного азоту (NO_3^-), мг/кг, у різних шарах чорнозему типового в умовах ТОВ «Хмільницьке»: ■ — контроль; ■ — DMPP

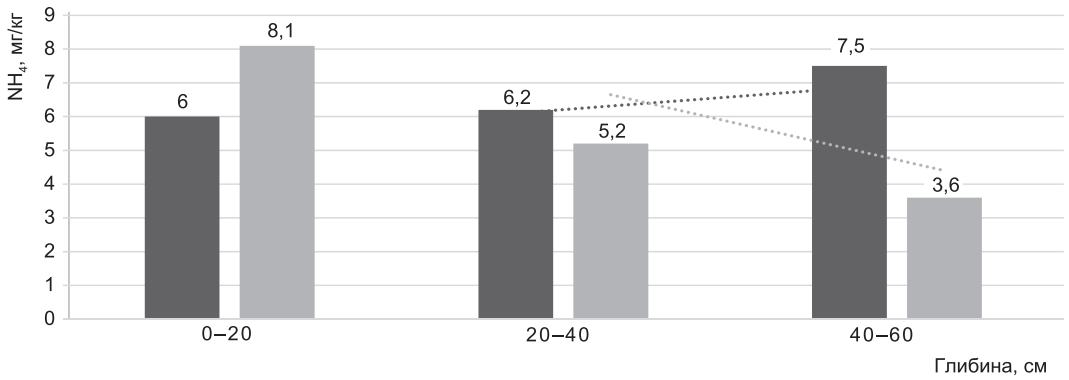


Рис. 6. Вміст амонійного азоту (NH_4^+), мг/кг, у різних шарах чорнозему типового в умовах ТОВ «Хмільницьке»: ■ — контроль; ■ — DMPP

його після переходу в нітратну форму з різних шарів ґрунту.

Подібну тенденцію щодо вмісту нітратного та амонійного азоту спостерігали і в інших місцях проведення дослідів. Так, в умовах ТОВ «АФ Довженка» вміст нітратного азоту в поверхневих шарах чорнозему типового несуттєво вищий у разі внесення DMPP (рис. 3). Щоправда, в деяких зразках вміст амонійного азоту перевищує цей показник у контрольному зразку ґрунту на 38–85% (рис. 4). Це є свідченням того, що амонійний азот із внесених добрив у контрольному варіанті вже нітрифікувався раніше й очікувано промився в нижні горизонти ґрунту без належного використання рослинами, а амонійний азот у разі внесення DMPP продовжує нітрифікуватися та використовуватися рослинами.

Результати експерименту, проведеного в умовах ТОВ «Хмільницьке» (рис. 5, 6), також підтверджують наведені вище дані.

Так, вміст нітратного азоту у верхньому шарі чорнозему типового на ділянці з внесеним DMPP істотно вищий, ніж на контрольній ділянці. Тобто у разі внесення інгібітора азот нітрифікується повільно, в той час як без інгібітора цей процес відбувається активніше і, як наслідок, азот швидко мігрує в нижчі шари ґрунту.

Така сама тенденція спостерігається і щодо вмісту амонійного азоту. Основна частина азоту цього виду в разі внесення DMPP зосереджена у верхніх шарах чорнозему типового, де рослини можуть ефективно його використати, а у контрольних зразках — у всьому ґрунтовому профілі.

Висновки

Дослідження впливу інгібітора нітрифікації DMPP на процеси розподілу азоту в чорноземі типовому в умовах ТОВ «Добробут» (сmt Козельщина Полтавської обл.), ТОВ «АФ Довженка» (с. Яреськи Полтавської обл.) та ТОВ «Хмільницьке» (села Вінницької обл.) показало, що:

- застосування інгібітора нітрифікації DMPP позитивно впливає на розподіл азоту в чорноземі типовому. Так, залежно від агрокліматичних умов та типу ґрунту вміст амонійного азоту при застосуванні DMPP перевищує цей показник у контрольному варіанті на 38–85%;
- на ділянках, де використовували препарат DMPP нормою 35 г/га, в прикореневій зоні на 7,2–12,2 мг/кг ґрунту

нітратних форм азоту більше, ніж на контрольних ділянках;

- застосування DMPP підвищує ефективність внесених азотних добрив та сприяє зменшенню непродуктивних втрат азоту з ґрунту, зберігаючи значну його частину в амонійній формі;
- завдяки сповільненню процесу переходу від малорухомої амонійної форми азоту до мобільної нітратної рослини поступово отримують стабільне азотне живлення навіть на пізніх етапах органогенезу. Застосування DMPP відтермінує вивільнення азоту у пізніші, критичні для культури фази, відтак з'являється можливість зменшити кількість проходів техніки по полю й час роботи.

Chaika O.¹, Levchenko S.²

«Himagromarketing» Ltd, 37 Sobornosti Ave, Kyiv, 02160, Ukraine; e-mail: ¹chaika@himagro.net, ²levchenko@himagro.net; ORCID: ¹0000-0001-6498-123X, ²0009-0005-0886-8853

The influence of the nitrification inhibitor DMPP on the processes of nitrogen distribution in the soil

Goal. To study the effect of the nitrification inhibitor DMPP on the processes of nitrogen distribution in typical chornozem. **Methods.** Field, laboratory-analytical, system analysis, comparison; experimental data processing using the Microsoft Office Excel computer program. **Results.** It was established that the use of the nitrification inhibitor DMPP had a positive effect on the distribution of nitrogen in typical chornozem. Thus, depending on agro-climatic conditions and soil type, the content of ammonium nitrogen at the application of DMPP exceeded that indicator in the control version by 38–85%; in the plots

where DMPP was used in the amount of 35 g/ha, nitrate forms of nitrogen were 7.2–12.2 mg/kg of soil more in the root zone compared to the control. The use of DMPP increased the effectiveness of nitrogen fertilizers. Thanks to the slowing down of the processes of transition from the immobile ammonium form of nitrogen to the mobile nitrate one, plants received gradual and stable nitrogen nutrition, even at the late stages of organogenesis. The use of DMPP postponed the release of nitrogen to the later critical phases of the culture. So there is an opportunity to reduce the number of passes of equipment on the field and the time of work. **Conclusions.** It was established that the introduction of the nitrification inhibitor DMPP had a positive effect on the processes of nitrogen distribution in typical chornozem, and reduced its unproductive losses from the soil.

Key words: nitrification inhibitor, DMPP, nitrogen, fertilizer, washing, nitrogen losses.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk202404-08>

Бібліографія

1. Legg J.O., Allison F.E. A tracer study of nitrogen balance and residual nitrogen availability with 12 soils. *Soil Sei. Soc. Amer. Proc.* 1967. V. 31. N 3. P. 403–406.
2. Folina A., Tataridas A., Mavroeidis A. et al. Evaluation of Various Nitrogen Indices in N-Fertilizers with Inhibitors in Field Crops: a review. *Agropony.* 2021. V. 11. N 418. P. 1–3.
3. Малюга Ю.Е. Теоретическое обоснование эффективности азотных удобрений

продолженного действия в лесном и сельском хозяйстве Украины. Харьков: ЧПИ «Новое слово», 2006. 438 с.

4. Shafi M., Bakht J., Ali S. et al. Effect of planting density on phenology, growth and yield of maize (*Zea mays* L.). *Pak. J. Bot.* 2012. 44 (2). P. 691–696.
5. Логінова І.В., Городній М.М., Грицак І.П. Агрохімічна оцінка ролі інгібітора нітрифікації 3(5)-метилпіразолу у підвищенні ефективності

азотних добрив. *Наукові доповіді НУБіП*. 2010. Т. 22. № 6. С. 6–22.

6. Cameron K.C., Di H.J., Moir J.L. Stirling C.M. Nitrogen losses from the soil/plant system: a review. *Annals of Applied Biology*. 2013. V. 162. N 2. P. 145–173.

7. Chang Yin, Xiaoping Fan, Hao Chen et al. 3,4-Dimethylpyrazole phosphate is an effective and specific inhibitor of soil ammoniaoxidizing bacteria. *Biology and Fertility of Soils*. 2021. P. 6–7.

8. Zerulla W., Barth T., Dressel J. et al. 3,4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) — a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. *Biology and*

Fertility of Soils. 2001. V. 34. N 79–84. P. 1–4.

9. *Важливість азоту для сільського господарства рослин. Як його зберегти в ґрунті з найменшими затратами*. URL: <http://himagro.com.ua/product/dobriva/dmpf>

10. ДСТУ 17.4.3.01:2019. Охорона довкілля. Якість ґрунту. Загальні вимоги до відбирання проб. Київ: Держспоживстандарт України, 2017. 9 с.

11. ДСТУ 4729:2007. Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського. [Чинний від 2008–01–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.