

ВПЛИВ АЗОТНИХ ДОБРИВ І ПОПЕРЕДНИКІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ**В. В. Іваніна, І. М. Коротенко***Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141 Україна*

Актуальність досліджень полягає у встановленні ефективних попередників та доз внесення азотних добрив для отримання стабільних врожаїв високої якості зерна пшениці озимої в умовах зростаючого потепління клімату. **Мета.** Вивчити вплив зернобобового попередника гороху на врожайність пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) та встановити оптимальну дозу азотних добрив за біологізації її вирощування. **Методи.** Довготривалий польовий та аналітичний. **Результати.** Наведено дані досліджень щодо впливу бобового попередника гороху та доз внесення азотних добрив на продуктивність пшениці озимої. Установлено, що бобовий попередник горох та азотні добрива істотно підвищили врожайність та якість зерна пшениці озимої. З'ясовано, що збільшення дози внесення азотних добрив під пшеницю озиму з 40 до 80 кг/га за обох попередників було ефективним. **Висновки.** Застосування під пшеницю озиму у ланці з горохом $N_{80}P_{60}K_{60}$ забезпечило найвищу врожайність зерна – 5,42 т/га з перевищенням до контролю без добрив на 1,02 т/га. За попередника вівсяниці внесення $N_{80}P_{60}K_{60}$ супроводжувалось зменшенням урожайності зерна на 1,03 т/га. Збільшення дози азотних добрив під пшеницю озиму з 40 до 80 кг/га ефективнішим визначено у ланці з горохом – врожайність зерна зросла на 0,56 т/га, тоді як у ланці з вівсяницею – на 0,38 т/га. Встановлено чітку кореляційну залежність між дозою внесення азотних добрив і врожайністю зерна пшениці озимої: з коефіцієнтом детермінації у ланці з вівсяницею – 0,9999, ланці з горохом – 0,9966. Ефективним визначено заорювання соломки гороху під пшеницю озиму на фоні дози мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ – врожайність зерна порівняно з внесенням лише мінеральних добрив підвищилась на 0,23 т/га за абсолютного показника 5,36 т/га. Внесення мінеральних добрив в обох ланках посилило наростання стеблової маси, забезпечивши врожайність соломки у ланці з горохом на 0,4–0,7 т/га вищу, ніж у ланці з вівсяницею. За попередника горох істотно покращилась якість зерна пшениці озимої. На контролі без добрив вміст білка в зерні пшениці після гороху становив 11,4 %, вівсяниці – 11,0 %; за внесення дози добрив $N_{40}P_{60}K_{60}$ – відповідно 11,8 % та 11,4 %; $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 12,0 % та 11,5 %, $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 12,1 % та 11,7 %. За рахунок бобового попередника гороху вміст білка в зерні порівняно з попередником вівсяниці підвищився на 0,4–0,5 %.

Ключові слова: азот, попередники, горох, продуктивність, пшениця озима

Вступ. Оптимізація азотного живлення та вибір ефективних попередників є основою отримання високих і сталих врожаїв пшениці озимої [1, 2]. В умовах глобального потепління введення до структури сівозмін бобових попередників відіграє вагомий екологічний роль, зменшує азотне навантаження на агро-екосистему та дозволяє економити кошти на закупку добрив [3, 4].

Гострий дефіцит гною та висока вартість мінеральних добрив переорієнтують виробництво на максимальне залучення внутрішніх резервів сівозмін до системи мінерального живлення сільськогосподарських культур [5, 6]. Зернобобові культури соя та горох найкраще відповідають сучасним економічним запитам і дедалі ширше впроваджуються в Україні як основний бобовий

попередник при вирощуванні пшениці озимої. Бобові культури формують у ґрунті сприятливе трофічне середовище, наповнюють ґрунт азотом, сприяють процесам гуміфікації, що у комплексі забезпечує сталість вирощування пшениці озимої та підвищує її продуктивність [7, 8]. У структурі аграрного виробництва США частка бобових культур у сівозмінах становить 30 %. Це дозволяє зменшити внесення азотних добрив на третину, здешевлює виробництво та сприяє отриманню екологічно чистої продукції [9].

В останні роки органічний напрям ведення сільськогосподарського виробництва набуває широкої популярності у країнах Європи – Німеччині, Франції, Великобританії. Зі зростанням посушливості клімату біологічно спрямовані системи землеробства слугують

Відомості про авторів:

Іваніна Вадим Віталійович, доктор с.-г. наук, завідувач відділу землеробства і агрохімії, e-mail: v_ivanina@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-9471-114X>

Коротенко Ілля Миколайович, аспірант, e-mail: korotenko.illya.kim@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5279-4717>

елементом сталості вирощування сільськогосподарських культур [10, 11].

Метою досліджень було вивчити вплив зернобобового попередника гороху на врожайність пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) та встановити оптимальну дозу азотних добрив за біологізації її вирощування.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводили у стаціонарному польовому досліді Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції упродовж 2018–2020 рр. Площа посівної ділянки – 100 м², облікової – 50 м². Розміщення варіантів у досліді – систематичне послідовне, повторність чотириразова.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем вилуваний легкосуглинковий, має таку агрохімічну і фізико-хімічну характеристику 0–30 см шару: рН сольове – 5,9–6,4; Нг за Каппеном – 1,09–1,26 мг-екв./100 г ґрунту; сума увібраних основ за Каппеном-Гільковіцем – 23,8–27,2 мг-екв./100 г ґрунту; вміст гумусу за Тюрнімом – 4,0–4,2 %; лужногідролізованого азоту – 120–127 мг/кг ґрунту; рухомих сполук фосфору та калію за Чиріковим – відповідно 136–157 і 78–84 мг/кг ґрунту.

Дослідження проводили в двох ланках сівоzmіни: 1) кукурудза на зерно (*Zea mays*) – вівсяниця (*Lolium pratense*) – пшениця озима; 2) кукурудза на зерно – горох (*Pisum sativum* L.) – пшениця озима. Вівсяницю та горох вирощували за післядії добрив; пшеницю озиму – за прямої дії добрив. З осені

під глибоку оранку в посівах пшениці озимої вносили 40, 60 та 80 кг/га азоту на фоні фосфору і калію дозою по 60 кг/га. Під пшеницю озиму застосовували амонійну селітру, суперфосфат простий гранульований та калій хлористий із заорюванням добрив на глибину 0–30 см. Сорт пшениці озимої – Богдана. Агротехніка вирощування загальноприйнята для даної зони.

Збирання врожаю пшениці озимої проводили пробними снопами з наступним зважуванням і перерахунком на 1 га. Вміст білка в зерні пшениці озимої визначали за Барнштейном; загальний азот перераховували на протеїн за коефіцієнтом – згідно з ДСТУ 3768-2004. Результати досліджень опрацьовували методом дисперсійного та кореляційного аналізів.

Результати досліджень. Результати досліджень показали, що азотні добрива та бобові попередники істотно впливали на продуктивність пшениці озимої. За попередника гороху врожайність зерна пшениці озимої була значно вищою, ніж за попередника вівсяниці. На контролі без добрив у ланці з горохом врожайність зерна становила 4,40 т/га, у ланці з вівсяницею – 3,62 т/га. Накопичення горохом біологічного азоту у ґрунті створювало кращі умови азотного живлення пшениці озимої, що надавало їй перевагу у темпах росту і розвитку і підвищило врожайність зерна за рахунок бобового компонента на 0,78 т/га (табл. 1).

Таблиця 1. Врожайність пшениці озимої залежно від ланки сівоzmіни і системи удобрення, УЛДСС

№ вар.	Ланка сівозміни (фактор А)	Дози добрив під пшеницю озиму (фактор В)	Врожайність зерна, т/га			Середнє за 2018– 2020 рр., т/га	Врожайність соломи 2018–2020 рр., т/га
			2018 р.	2019 р.	2020 р.		
1а	кукурудза на зерно – вівся- ниця – пшени- ця озима	Без добрив (контроль)	3,02	4,30	3,54	3,62	2,9
2а		N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀	3,32	4,95	3,76	4,01	3,3
3а		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,50	5,20	3,89	4,20	3,4
4а		N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	3,60	5,50	4,08	4,39	3,5
1	кукурудза на зерно – горох – пшениця озима	Без добрив (контроль)	4,56	4,60	4,04	4,40	3,4
2		N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀	4,98	5,15	4,46	4,86	3,7
3		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,32	5,36	4,72	5,13	4,0
4		N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	5,64	5,62	5,01	5,42	4,2
12		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + солома гороху	5,70	5,55	4,83	5,36	4,1
НІР ₀₅ (фактор А)			0,19	0,14	0,14	0,15	0,11
НІР ₀₅ (фактор В)			0,13	0,17	0,12	0,17	0,13
НІР ₀₅ (фактор А+В)			0,34	0,31	0,28	0,31	0, 23

Застосування у ланці з вівсяницею азотних добрив дозами 40, 60 та 80 кг/га по фоні фосфору і калію дозою 60 кг/га забезпечило врожайність зерна відповідно 4,01, 4,20 та 4,39 т/га зі зростанням порівняно з контролем без добрив – на 0,39, 0,58 та 0,77 т/га. У ланці з горохом внесення мінеральних добрив дозою $N_{40}P_{60}K_{60}$ забезпечило врожайність зерна пшениці озимої 4,86 т/га, $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 5,13 т/га, $N_{80}P_{60}K_{60}$ – 5,42 т/га. Збільшення дози азотних добрив з 40 до 80 кг/га у ланці з горохом підвищило врожайність зерна порівняно з контролем без добрив на 0,46–1,02. Азотні добрива за вирощування пшениці озимої після бобового попередника істотніше підвищили врожайність зерна, ніж за її вирощування після зернового попередника вівсяниці.

Ефективним визначено заорювання соломой гороху під пшеницю озиму на фоні мі-

неральних добрив. За внесення під пшеницю озиму $N_{60}P_{60}K_{60}$ + солома гороху врожайність зерна становила 5,36 т/га, що було на 0,23 т/га вищим, ніж за внесення мінеральних добрив.

Встановлено, що внесення $N_{40}P_{60}K_{60}$ у ланці з горохом підвищило врожайність зерна пшениці озимої порівняно з ланкою з вівсяницею на 0,85 т/га, $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 0,93 т/га, $N_{80}P_{60}K_{60}$ – на 1,03 т/га. Вплив бобового попередника і мінеральних добрив на врожайність пшениці озимої у досліді був співставним: за рахунок попередника гороху врожайність зросла на 0,85–1,03 т/га, за рахунок добрив – на 0,46–1,02 т/га.

Встановлено чітку кореляційну залежність між дозою внесення азотних добрив і врожайністю зерна пшениці озимої: з коефіцієнтом детермінації у ланці з вівсяницею – 0,9999, ланці з горохом – 0,9966 (рис. 1).

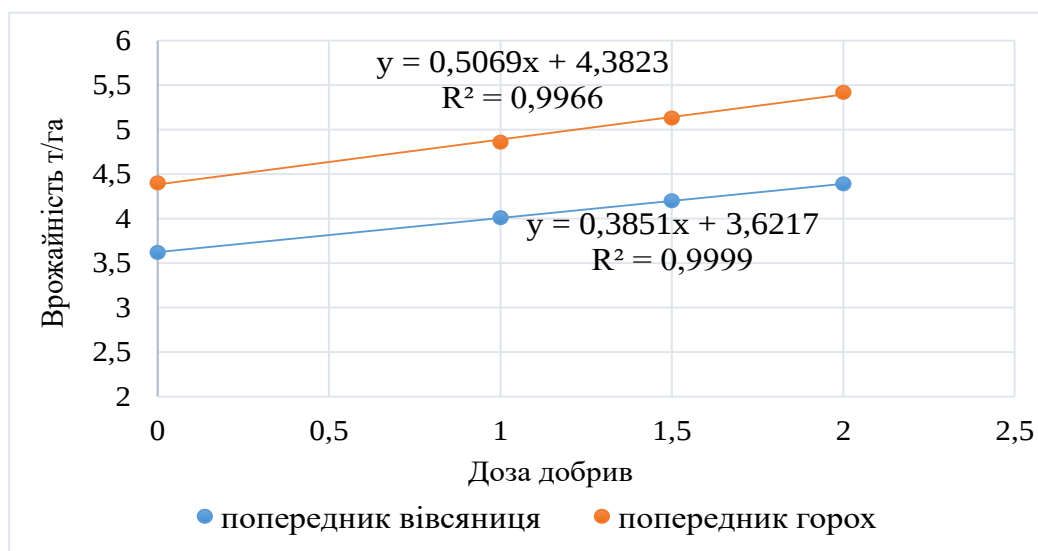


Рис. 1. Кореляційна залежність між дозою азотних добрив та врожайністю пшениці озимої, УЛДСС, середнє за 2018–2020 рр.; одинарна доза азотних добрив – 40 кг/га.

Внесення мінеральних добрив в обох ланках сівоzmини сприяло більш інтенсивному наростанню стеблової маси. Так, у ланці з вівсяницею врожайність соломи пшениці озимої за внесення $N_{40}P_{60}K_{60}$ підвищилась порівняно з контролем без добрив – на 0,4 т/га, $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 0,5 т/га, $N_{80}P_{60}K_{60}$ – на 0,6 т/га; у ланці з горохом – на 0,3, 0,6 та 0,8 т/га, відповідно. При цьому врожайність соломи у ланці з горохом була вищою, ніж у ланці з вівсяницею, на 0,4–0,7 т/га.

Посилене азотне живлення рослин пшениці озимої, створене внесенням азотних

добрив та бобовим попередником горохом, позитивно позначилось на якості зерна. За попередника гороху вміст білка в зерні був значно вищим, ніж за попередника вівсяниці. Так, на контролі без добрив вміст білка в зерні пшениці після гороху становив 11,4 %, вівсяниці – 11,0 %; за внесення дози добрив $N_{40}P_{60}K_{60}$ – відповідно 11,8 % та 11,4 %; $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 12,0 % та 11,5 %, $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 12,1 % та 11,7 %. Вирощування пшениці озимої після гороху супроводжувалась збільшенням вмісту білка в зерні порівняно з попередником вівсяницею – на 0,4–0,5 % (рис. 2).

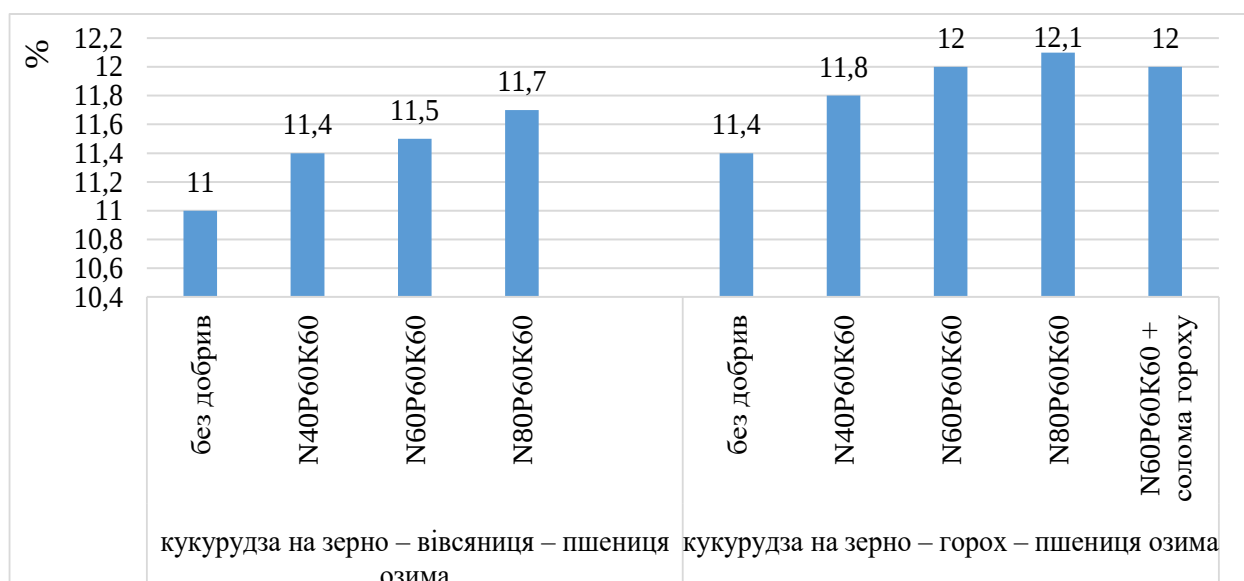


Рис. 2. Вміст білка в зерні пшениці озимої залежно від ланки сівозміни та системи удобрення, УЛДСС, середнє 2018–2020 рр., %.

За обох попередників пшениця озима добре відгукувалась на збільшення доз внесення азотних добрив. За рахунок мінерального азоту добрив, внесеного під пшеницю озиму дозою 40–80 кг/га, вміст білка в зерні порівняно з контролем без добрив підвищився в обох ланках на 0,4–0,7 %.

Найкращі показники якості зерна отримали за вирощування пшениці озимої після гороху з внесенням під цю культуру $N_{80}P_{60}K_{60}$: вміст білка в зерні – 12,1 % з перевищенням до контролю без добрив – 0,7 %.

Висновки. 1. Застосування під пшеницю озиму у ланці з горохом $N_{80}P_{60}K_{60}$ забезпечило найвищу врожайність зерна – 5,42 т/га з перевищенням до контролю без добрив на 1,02 т/га. Внесення під пшеницю озиму $N_{80}P_{60}K_{60}$ за попередника вівсяниці супроводжувалось зменшенням урожайності зерна на 1,03 т/га.

Збільшення дози внесення азотних добрив під пшеницю озиму з 40 до 80 кг/га ефективнішим визначено у ланці з горохом – врожайність зерна зросла на 0,56 т/га, тоді як у ланці з вівсяницею – на 0,38 т/га.

2. Ефективним визначено заорювання соломи гороху під пшеницю озиму на фоні дози мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ – врожайність зерна порівняно з внесенням лише мінеральних добрив підвищилась на 0,23 т/га за абсолютного показника 5,36 т/га.

3. Посилене азотне живлення, яке створював бобовий попередник горох та азотні добрива, істотно підвищило якість зерна пшениці озимої. Найвищий вміст білка в зерні пшениці озимої отримали за її вирощування після гороху з внесенням під цю культуру $N_{80}P_{60}K_{60}$: вміст білка в зерні – 12,1 % з перевищенням до контролю без добрив – 0,7 %.

Використана література

1. Litke L., Gaile Z., Ruža A. Effect of nitrogen fertilization on winter wheat yield and yield quality. *Agronomy Research*. 2018. 16(2). 500–509. <https://doi.org/10.15159/AR.18.064>
2. Демиденко О. В., Шаповал І. С., Бойко П. І., Величко В. А. Обіг азоту в різноротаційних сівозмінах Лівобережного Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2018. 7. 59–67.
3. Babulicova M. The influence of fertilization and crop rotation on the winter wheat production. *Plant Soil Environ*. 2014. V. 60. 7. 297–302. <https://doi.org/10.17221/3/2014-pse>
4. Palmer J., Thorburn P., Biggs J., Dominati E., Probert M., Meier E., Huth N., Dodd M., Snow V., Larsen J., Parton W. Nitrogen Cycling from Increased Soil Organic Carbon Contributes Both Positively and Negatively to Ecosystem Services in Wheat Agro-Ecosystems. *Front Plant Sci*. 2017. 8. 731. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00731>
5. Сайко В. Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2008. 11. 5–10.
6. Lemke R. L., Bygaard A. J., Campbell C. A., Lafond G. P., Grant B. Crop residue removal and fertilizer N: effects on soil organic carbon in a

long-term crop rotation experiment on a Udic Boroll. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2010. 135. 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.08.010>

7. Квасніцька Л. С., Єрмолаєв М. М. Баланс азоту в коротко ротаційних сівозмінах з бобовими культурами. *Вісник аграрної науки*. 2011. 9. 11–14.
8. Gaudin A. C. M., Westra S., Loucks C. E. S., Janovick K., Martin R. C., Deen W. Improving resilience of northern field crop systems using inter-seeded red clover: A review. *Agronomy*. 2013. V. 3. 148–180.
9. Berge M., Pikula D., Goedhart P. W., Schröder J. J. Apparent nitrogen fertilizer replacement value of grass-clover leys and farmyard manure in an arable rotations.

Reference

1. Litke, L., Gaile, Z., Ruža, A. (2018). Effect of nitrogen fertilization on winter wheat yield and yield quality. *Agronomy Research*, 16(2), 500–509. <https://doi.org/10.15159/AR.18.064>
2. Demydenko, O. V., Shapoval, I. S., Boiko, P. I., Velychko, V. A. (2018). Nitrogen circulation in crop rotations of the Left Bank Forest-Steppe. *Visnyk agrarnoi nauky* [Bulletin of agrarian science], 7, 59–67. [in Ukrainian].
3. Babulicova M. (2014). The influence of fertilization and crop rotation on the winter wheat production. *Plant Soil Environ*, V.60, 7, 297–302. <https://doi.org/10.17221/3/2014-pse>
4. Palmer, J., Thorburn, P., Biggs, J., Dominati, E., Probert, M., Meier, E., Huth, N., Dodd, M., Snow, V., Larsen, J., Parton, W. (2017). Nitrogen Cycling from Increased Soil Organic Carbon Contributes Both Positively and Negatively to Ecosystem Services in Wheat Agro-Ecosystems. *Front Plant Sci.*, 8, 731. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00731>
5. Saiko, V. F. (2008). The scientific basis of agriculture in the context of climate change. *Visnyk agrarnoi nauky* [Bulletin of agrarian science], 11, 5–10. [in Ukrainian].
6. Lemke, R. L., Bygaart, A. J., Campbell, C. A., Lafond, G. P., Grant, B. (2010). Crop residue removal and fertilizer N: effects on soil organic carbon in a long-

Soil Use Manage. 2016. 32. 9–19. <https://doi.org/10.1111/sum.12246>.

10. Isbell F., Craven D., Connolly J., Loreau M., Schmid B., Beierkuhnlein C. Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. *Nature*. 2015. 526, 574–577. <https://doi.org/10.1038/nature15374>
 11. Mandic V., Krnjaja V., Tomic Z., Bijelic Z, Simic A., Muslic D., Gogic M. Nitrogen fertilizer influence on wheat yield and use efficiency under different environmental conditions. *Chilean journal of agricultural research*. 2015. 75(1). 92–97. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392015000100013>
7. Kvasnitska, L. S., Yermolaiev, M. M. (2011). Nitrogen balance in short rotational crop rotations with legumes. *Visnyk agrarnoi nauky* [Bulletin of agrarian science], 9, 11–14. [in Ukrainian].
 8. Gaudin, A. C. M., Westra, S., Loucks, C. E. S., Janovick, K., Martin, R. C., Deen, W. (2013). Improving resilience of northern field crop systems using inter-seeded red clover: A review. *Agronomy*, 3, 148–180.
 9. Berge, M., Pikula, D., Goedhart, P. W., Schröder, J. J. (2016). Apparent nitrogen fertilizer replacement value of grass-clover leys and farmyard manure in an arable rotations. *Soil Use Manage*, 32, 9–19. <https://doi.org/10.1111/sum.12246>
 10. Isbell, F., Craven, D., Connolly, J., Loreau, M., Schmid, B., Beierkuhnlein C. (2015). Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. *Nature*, 526, 574–577. [doi:10.1038/nature15374](https://doi.org/10.1038/nature15374)
 11. Mandic, V., Krnjaja, V., Tomic, Z., Bijelic, Z, Simic, A., Muslic, D., Gogic, M. (2015). Nitrogen fertilizer influence on wheat yield and use efficiency under different environmental conditions. *Chilean journal of agricultural research*, 75(1), 92–97. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392015000100013>

UDC: 631.81.84:631.86

Ivanina V. V., Korotenko I. M. Influence of nitrogen fertilizers and predecessors on the productivity of winter wheat.

Grain Crops. 2022. 6 (2). 100–105.

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS, 25 Klinichna St., Kyev, 03141, Ukraine

Topicality. Global warming requires the search for effective predecessors and doses of nitrogen fertilizers to obtain stable yields of high quality winter wheat grain. **Purpose.** To study the influence of the grain legume predecessor (peas) on the yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.), and establish the optimal dose of nitrogen fertilizers for the biologization of its cultivation. **Methods.** Long-term field and analytical. **Results.** The data of researches on the influence of legume predecessor (peas) and doses of nitrogen fertilizers on the productivity of winter wheat are given. It was found that the legume predecessor (peas) and nitrogen fertilizers significantly increased the yield and quality of winter wheat grain. It was defined that increasing the dose of nitrogen fertilizers for winter wheat from 40 to 80 kg/ha on both predecessors was effective. **Conclusions.** The application of $N_{80}P_{60}K_{60}$ for winter wheat in the crop rotation link with peas provided the highest grain yield – 5.42 t/ha with an excess to the control without fertilizers by 1.02 t/ha. Under the prede-

cessor (meadow fescue), the application of $N_{80}P_{60}K_{60}$ decreased grain yield by 1.03 t/ha. It was found that an increase in the nitrogen fertilizer dose from 40 to 80 kg/ha for winter wheat was more effective in the peas link – grain yield increased by 0.56 t/ha, while in the meadow fescue link – by 0.38 t/ha. A clear correlation between dose of nitrogen fertilizers and winter wheat grain yield was established: with the coefficient of determination in the meadow fescue link – 0.9999, the peas link – 0.9966. The plowing of pea straw under winter wheat against the background of the dose of mineral fertilizers $N_{60}P_{60}K_{60}$ was determined to be effective; the grain yield increased by 0.23 t/ha compared to the application of mineral fertilizers alone, with an absolute indicator of 5.36 t/ha. The application of mineral fertilizers in both links increased the growth of stem mass, ensuring the straw yield in the peas link by 0.4–0.7 t/ha higher than in the meadow fescue link. Under peas as a predecessor, the quality of winter wheat grain has significantly improved. In the control without fertilizers, the protein content in wheat grain after peas was 11.4 %, after meadow fescue – 11.0 %; for the application of a dose of $N_{40}P_{60}K_{60}$ fertilizers – 11.8 % and 11.4 %, respectively; $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 12.0 % and 11.5 %, $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 12.1 % and 11.7 %. Due to the legume predecessor (peas), the protein content in the grain increased by 0.4–0.5 % compared to the meadow fescue as a predecessor.

Key words: *nitrogen, predecessor, peas, productivity, winter wheat*