



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 633.63:631.81:
631.8:573

© 2022

ВПЛИВ ДОЗ І СПОСОБІВ УНЕСЕННЯ АЗОТНИХ ДОБРИВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

В.В. Іваніна¹, І.М. Коротенко²

¹доктор сільськогосподарських наук
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН
вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна
e-mail: ¹v_ivanina@meta.ua, ²korotenko.illya.kim@gmail.com
ORCID: ¹0000-0002-9471-114X, ²0000-0002-5279-4717

Надійшла 19.02.2022

Мета. Сформувані ефективні умови азотного живлення й досягти високої продуктивності пшениці озимої оптимізацією доз і способів унесення азотних добрив. **Методи.** Короткотривалий польовий і аналітичний. **Результати.** Наведено результати досліджень щодо ефективності застосування різних доз і способів унесення азотних добрив під пшеницю озиму, встановлено їхній вплив на врожайність та якість зерна. Виявлено, що внесення сульфату амонію по мерзлоталому ґрунту навесні дозою 60 кг/га підвищило врожайність пшениці озимої порівняно з контролем без добрив на 1,25 т/га, порівняно з фоном фосфорних і калійних добрив — на 1,01 т/га за абсолютної величини 6,02 т/га. За внесення азотного добрива приріст урожайності зерна в 4,2 рази був вищим, ніж від унесення фосфорних і калійних добрив. Встановлено, що 3-разове внесення азотних добрив навесні формувало найкращі умови азотного живлення й забезпечило найвищу продуктивність пшениці озимої. Максимальну врожайність зерна отримали за внесення азотних добрив навесні по мерзлоталому ґрунту та у фазі куцїння рослин із проведенням позакореневого підживлення сечовиною на VIII етапі органогенезу. Накопичення білка в зерні пшениці озимої залежало переважно від унесення азотних добрив у позакореневе підживлення. Проведення 2-х позакореневих підживлень сечовиною на IV і VIII етапах органогенезу на фоні внесення сульфату амонію по мерзлоталому ґрунту навесні забезпечило максимальний уміст білка в зерні. За загальної дози азотних добрив 80 та 110 кг/га з проведенням 2-х підживлень сечовиною (IV та VIII етап органогенезу) уміст білка в зерні підвищився порівняно з одноразовим унесенням азоту по мерзлоталому ґрунту дозою 60 кг/га на 0,3–0,5 та 0,4–0,7%. **Висновки.** Найвищу врожайність пшениці озимої отримали за внесення азотних добрив навесні загальною дозою 110 кг/га з унесенням сульфату амонію 60 кг/га (III етап) + амонійної селітри 30 кг/га (IV етап) + позакореневе підживлення сечовиною дозою 20 кг/га (VIII етап органогенезу). Уро-

жайність зерна становила 6,57 т/га з перевищенням контролю без добрив на 1,80 т/га. Максимальний уміст білка в зерні забезпечило внесення азотних добрив навесні дозою 110 кг/га з унесенням сульфату амонію 60 кг/га по мерзлоталому ґрунту (II етап) + позакореневе підживлення сечовиною на IV та VIII етапах органогенезу дозою 30 та 20 кг/га відповідно. Уміст білка в зерні становив 12,5% з перевищенням контролю без добрив на 1,4%.

Ключові слова: урожайність, азот, норми, продуктивність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202211-01>

Азот — найбільш важливий елемент, що визначає ріст і розвиток рослин та їх кінцеву продуктивність [1]. Ефективність азотних добрив істотно залежить від вибору форм, доз і способів їх застосування. Чисельні дослідження свідчать про те, що наближення строків унесення азотних добрив до періоду інтенсивного використання азоту рослинами створює найкращі умови азотного живлення рослин, мінімізує втрати азоту за рахунок процесів вимивання та емісії [2, 3].

У посівах пшениці озимої найбільш ефективним є внесення азотних добрив навесні [4, 5]. Застосування азотних добрив по мерзлоталому ґрунту, які часто використовують у сучасних технологіях, пришвидшує регенерацію рослин після зими, сприяє куцінню та закладанню продуктивних стебел, що створює сприятливі стартові умови для отримання високих урожаїв [6].

Посилене азотне живлення наприкінці фази куціння впливає на формування продуктивного колосу, збільшує його довжину та кількість зерен у ньому. Натомість пізні підживлення пшениці озимої сечовиною створюють умови для синтезу і накопичення білка в зерні, формують виповнене зерно високої якості [7, 8].

В умовах сучасного виробництва значної уваги заслуговує питання застосування сірковмісних азотних добрив. Тривале вирощування олійних культур і відсутність гною істотно порушили колообіг сірки в агроценозах сільськогосподарських культур, створили значний її дисбаланс у ґрунті, що потребує ширшого застосування сірковмісних добрив [9]. Отже, оптимізація доз, форм і способів унесення азотних добрив є першочерговими заходами з підвищення продуктивності пшениці озимої [10, 11].

Мета досліджень — сформувати сприятливі умови азотного живлення й досягти високої продуктивності пшениці озимої оптимізацією строків доз і способів унесення азотних добрив.

Матеріали і методика досліджень. Наукові дослідження проводили впродовж 2018–2020 рр. у тимчасовому польовому досліді на чорноземі вилугуваному Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (ІБКіЦБ) НААН.

Площа посівної ділянки — 100 м², облікової — 50 м². Розміщення варіантів у досліді — систематичне послідовне, повторність — 4-разова.

Ґрунт дослідного поля — чорнозем вилугуваний легкосуглинковий, має таку агрохімічну і фізико-хімічну характеристику шару 0–30 см: 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, уміст 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.

У досліді сіяли сорт пшениці озимої Ясочка. Сорт середньостиглий, тривалість вегетаційного періоду в зоні Лісостепу — 288 днів. Фосфорні і калійні добрива дозою 60 кг/га вносили з осені під глибоку оранку у формі суперфосфату простого гранульованого та калію хлористого; азотні добрива — навесні: II етап органогенезу — сульфат амонію (Na) дозою 30–60 кг/га по ґрунту (варіанти 3–7); IV етап органогенезу — амонійну селітру (Naa) дозою 30 кг/га по ґрунту (варіанти 4, 6), сечовину (Nm) дозою 30 кг/га по листку (варіанти 5, 7);

VIII етап органогенезу — сечовину (Nm) дозою 20 кг/га по листку (варіанти 4–7). Агротехніка вирощування загальноприйнята для цієї зони.

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

Результати досліджень показали, що в середньому за 3 роки досліджень (2018–2020 рр.) урожайність пшениці озимої на контролі без добрив становила 4,77 т/га з варіюванням за роками дослідження 4,52–5,18 т/га. Унесення фосфорних і калійних добрив з осені під глибоку оранку дозою 60 кг/га незначно підвищило врожайність пшениці озимої (на 0,24 т/га) за абсолютної величини 5,01 т/га (таблиця).

Урожайність зерна пшениці озимої істотно зростала із застосуванням азотних добрив. З унесенням сульфату амонію по мерзлоталому ґрунту навесні дозою 60 кг/га урожайність пшениці озимої підвищилася порівняно з контролем без добрив на 1,25 т/га,

порівняно з фоном фосфорних і калійних добрив — на 1,01 т/га за абсолютної величини 6,02 т/га. За внесення азотного добрива приріст урожайності зерна в 4,2 раза був вищим, ніж за внесення фосфорних і калійних добрив.

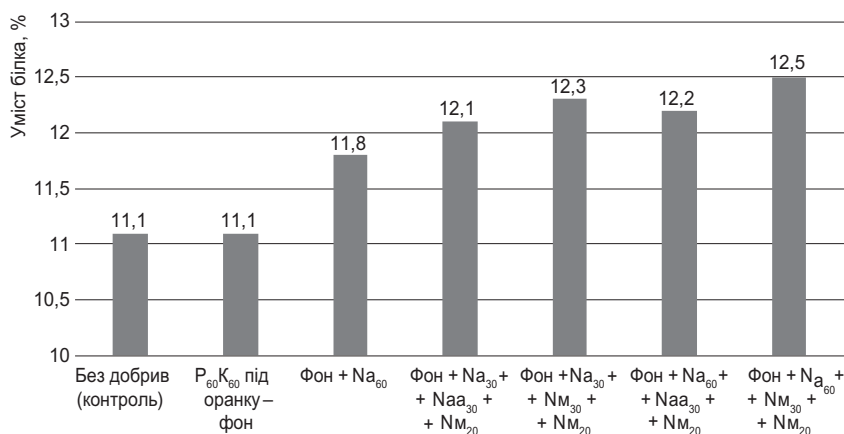
Істотному підвищенню врожайності пшениці озимої сприяло 3-разове внесення азотних добрив навесні. За загальної дози азоту 80 кг/га з унесенням сульфату амонію 30 кг/га по мерзлоталому ґрунту (II етап), амонійної селітри 30 кг/га у фазі куціння (IV етап) і проведення позакореневого підживлення сечовиною дозою 20 кг/га (VIII етап органогенезу) урожайність пшениці озимої становила 6,34 т/га з перевищенням контролю без добрив на 1,57 т/га. Унесення азотних добрив у 2 прийоми — Na_{30} (II етап) + Naa_{30} (IV етап органогенезу) та проведення додатково позакореневого підживлення сечовиною підвищило врожайність зерна на 0,32 т/га порівняно з одноразовим унесенням дози азоту 60 кг/га по мерзлоталому ґрунту навесні.

Найвищої врожайності пшениці озимої досягли за загальною дозою азоту 110 кг/га з унесенням сульфату амонію 60 кг/га (II етап) + амонійної селітри 30 кг/га (IV етап) + позакореневе підживлення сечовиною

Вплив доз і способів унесення азотних добрив на врожайність пшениці озимої (УЛДСС ІБКЦБ НААН), т/га

Варіант	Урожайність зерна, т/га			Середнє за 2018–2020 рр.	± до контролю
	2018	2019	2020		
1. Без добрив (контроль)	4,60	4,52	5,18	4,77	–
2. $\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ під оранку — фон	4,82	4,69	5,51	5,01	0,24
3. Фон + Na_{60}	5,28	5,97	6,80	6,02	1,25
4. Фон + Na_{30} + Naa_{30} + Nm_{20}	5,42	6,25	7,36	6,34	1,57
5. Фон + Na_{30} + Nm_{30} + Nm_{20}	5,56	6,08	6,92	6,19	1,42
6. Фон + Na_{60} + Naa_{30} + Nm_{20}	5,60	6,67	7,44	6,57	1,80
7. Фон + Na_{60} + Nm_{30} + Nm_{20}	5,72	6,58	7,27	6,52	1,75
HIP_{05}	0,29	0,40	0,33	0,36	–
P, %	2,6	3,0	3,3	2,9	–

Примітка. II етап органогенезу — внесення сульфату амонію (Na) дозою 30–60 кг/га по ґрунту (варіанти 3–7); IV етап органогенезу — внесення амонійної селітри (Naa) дозою 30 кг/га по ґрунту (варіанти 4, 6), сечовину (Nm) дозою 30 кг/га вносили по листку (варіанти 5, 7); VIII етап органогенезу — внесення сечовини (Nm) дозою 20 кг/га по листку (варіанти 4–7). (Для таблиці та рисунка).



Вплив доз і способів унесення азотних добрив на вміст білка в зерні пшениці озимої (УЛДСС ІБКЦБ НААН, 2018–2020 рр.)

дозою 20 кг/га (VIII етап органогенезу). Урожайність зерна становила 6,57 т/га з перевищенням контролю без добрив на 1,80 т/га.

Результатами досліджень встановлено, що проведення на IV етапі органогенезу позакореневого підживлення сечовиною дозою 30 кг/га замість унесення амонійної селітри по поверхні ґрунту є менш ефективним. За загальної дози азотних добрив на весні 80 кг/га з проведенням 2-х підживлень сечовиною (IV та VIII етапи органогенезу) урожайність зерна знизилася на 0,15 т/га, за дози 110 кг/га — на 0,05 т/га порівняно з унесенням на IV етапі органогенезу амонійної селітри по поверхні ґрунту дозою 30 кг/га. В умовах достатнього зволоження застосування амонійної селітри по поверхні ґрунту в ранні фази росту і розвитку рослин було ефективнішим, ніж проведення позакореневого підживлення сечовиною.

Унесення азотних добрив істотно підвищило якість зерна пшениці озимої. Так, на контролі без добрив та за внесення P₆₀K₆₀ під оранку вміст білка в зерні пшениці озимої був найнижчим — 11,1%. Застосування азотних добрив на весні дозою 60–110 кг/га підвищило вміст білка в зерні пшениці озимої

порівняно з контролем без добрив на 0,7–1,4% (рисунок).

За внесення сульфату амонію по мерзлоталому ґрунту на весні дозою 60 кг/га вплив азотних добрив на якість зерна був найнижчим — вміст білка в зерні становив 11,8%. З проведенням 2-х підживлень сечовиною (IV та VIII етапи органогенезу) за загальної дози азотних добрив 80 та 110 кг/га вміст білка в зерні підвищився порівняно з одноразовим унесенням азоту по мерзлоталому ґрунту дозою 60 кг/га на 0,3–0,5 та 0,4–0,7%.

Найвищого вмісту білка в зерні пшениці озимої досягли за загальної дози азоту 110 кг/га з унесенням сульфату амонію 60 кг/га (II етап) + позакореневого підживлення сечовиною дозою 30 кг/га (IV етап) + підживлення сечовиною дозою 20 кг/га (VIII етап органогенезу). Уміст білка в зерні становив 12,5% з перевищенням контролю без добрив на 1,4%. Проведення 2-х позакорневих підживлень сечовиною (IV та VIII етапи органогенезу) сприяло максимальному накопиченню білка в зерні. Його вміст порівняно з одноразовим підживленням сечовиною (VIII етап органогенезу) підвищився на 0,2–0,3%.

Висновки

Найвищу врожайність пшениці озимої отримали за внесення азотних добрив

на весні загальною дозою 110 кг/га з унесенням сульфату амонію 60 кг/га (II етап)

+ амонійна селітра 30 кг/га (IV етап) + позакореневе підживлення сечовиною дозою 20 кг/га (VIII етап органогенезу). Вона становила 6,57 т/га з перевищенням контролю без добрив на 1,8 т/га.

Накопичення білка в зерні пшениці озимої залежало переважно від унесення сечовини в позакореневе підживлення. Максимальний уміст білка в зерні забезпе-

чило внесення азотних добрив навесні дозою 110 кг/га з унесенням сульфату амонію 60 кг/га по мерзлоталому ґрунту (II етап) + позакореневе підживлення сечовиною на IV та VIII етапах органогенезу дозами 30 та 20 кг/га відповідно. Уміст білка в зерні становив 12,5% з перевищенням контролю без добрив на 1,4%.

Ivanina V.¹, Korotenko I.²

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS, 25 Klinichna Str., Kyiv, 03141, Ukraine; e-mail: ¹v_ivanina@ukr.net, ²korotenko.ilya.kim@gmail.com; ORCID: ¹0000-0002-9471-114X, ²0000-0002-5279-4717

Influence of doses and methods of nitrogen fertilizer application on grain yield and quality of winter wheat

Goal. To create effective conditions of nitrogen nutrition and achieve high productivity of winter wheat by optimizing doses and methods of applying nitrogen fertilizers. **Methods.** Short-term field and analytical. **Results.** The results of research on the effectiveness of the application of different doses and methods of applying nitrogen fertilizers to winter wheat are presented, and their influence on the yield and quality of grain is established. It was found that the application of ammonium sulfate to frozen soil in the spring at a dose of 60 kg/ha increased the yield of winter wheat compared to the control without fertilizers by 1.25 t/ha, compared to the background of phosphorus and potassium fertilizers — by 1.01 t/ha at the absolute value of 6.02 t/ha. With the application of nitrogen fertilizer, the increase in grain yield was 4.2 times higher than with the application of phosphorus and potash fertilizers. It was established that 3-time application of nitrogen fertilizers in the spring formed the best conditions for nitrogen nutrition and ensured the highest productivity of winter wheat. The maximum yield of grain was obtained by applying nitrogen fertilizers in the spring on frozen soil and in the phase

of tillering plants with foliar fertilizing with urea at the VIIIth stage of organogenesis. The accumulation of protein in winter wheat grains depended mainly on the application of nitrogen fertilizers in foliar fertilization. Carrying out 2 foliar feedings with urea at the IV and VIII stages of organogenesis on the background of applying ammonium sulfate on frozen soil in the spring ensured the maximum protein content in the grain. With a total dose of nitrogen fertilizers of 80 and 110 kg/ha with 2 fertilization with urea (stages IV and VIII of organogenesis), the protein content in grain increased by 0.3–0.5 and 0.4–0.7% compared to a one-time application of nitrogen on frozen soil at a dose of 60 kg/ha. **Conclusions.** The highest yield of winter wheat was obtained with the application of nitrogen fertilizers in the spring at a total dose of 110 kg/ha with the application of ammonium sulfate at a dose of 60 kg/ha (II stage) + ammonium nitrate at a dose of 30 kg/ha (IV stage) + foliar fertilizing with urea at a dose of 20 kg/ha (VIII stage of organogenesis). The grain yield was 6.57 t/ha, exceeding the control without fertilizers by 1.80 t/ha. The maximum content of protein in grain was ensured by the application of nitrogen fertilizers in the spring at a dose of 110 kg/ha with the application of ammonium sulfate at a dose of 60 kg/ha on frozen soil (II stage) + foliar fertilizing with urea at the IV and VIII stages of organogenesis at a dose of 30 and 20 kg/ha, respectively. The protein content of the grain was 12.5%, exceeding the control without fertilizers by 1.4%.

Key words: yield, nitrogen, doses, productivity.
DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202211-01>

Бібліографія

1. Walsh O.S., Shafian S., Christiaens R.J. Nitrogen Fertilizer Management in Dryland Wheat Cropping Systems. *Plants (Basel)*. 2018. 7(1). 9. doi: 10.3390/plants7010009
2. Mandic V., Krnjaja V., Tomic Z. et al. Nitrogen fertilizer influence on wheat yield and use efficiency under different environmental conditions. *Chilean j. of agricultural research*. 2015. 75(1). P. 92–97. doi: 10.4067/S0718-58392015000100013
3. Litke L., Gaile Z., Ruza A. Effect of nitrogen fertilization on winter wheat yield and yield quality. *Agronomy Research*. 2018. 16(2). P. 500–509. doi: 10.15159/AR.18.064
4. Abedi T., Alemzadeh A., Kazemini S.A.

Wheat yield and grain protein response to nitrogen amount and timing. *Australian J. of Crop Science*. 2011. 5(3). P. 330–336.

5. Efreue A., Gooding M., White E. et al. Effect of nitrogen fertilizer application timing on nitrogen use efficiency and grain yield of winter wheat in Ireland. *Irish J. of Agricultural and Food Research*. 2016. 55(1). P. 32–47. doi: 10.1515/ijafr-2016-0006

6. Tsvey Ya., Ivanina R., Ivanina V., Senchuk S. Yield and quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grain in relation to nitrogen fertilization. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 2021. 74(1). P. 9413–9422. doi: 10.15446/rfnam.v74n1.88835

7. Ahmed A.G., Tawfik M.M., Hassanein M.S. Foliar feeding of potassium and urea for maximizing wheat productivity in sandy soil. *Australian J. of Basic and Applied Sciences*. 2011. 5(5). P. 1197–1203.

8. Литвиненко М.А. Реалізація генетичного потенціалу. Проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів озимої пшениці. *Насінництво*. 2010. 6. С. 1–6.

9. Савченко Ю.І., Мірошніченко М.М. Вплив весняного живлення озимої пшениці сульфатом амонію на врожайність і якість зерна. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2013. 17(1). P. 186–192.

10. Efreue A., Gooding M., White E. et al. Effect of timing nitrogen fertilizer application on nitrogen use efficiency and grain yield of winter wheat in Ireland. *Irish J. of Agricultural and Food Research*. 2016. 55(1). P. 32–47. doi: 10.1515/ijafr-2016-0006

11. Hawkesford M.J., Araus J.-L., Park R. et al. Prospects of doubling global wheat yields. *Food Energy Security*. 2013. 2. P. 34–48. doi: 10.1002/fes3.15