



original article | UDC 664.7: 633.11:631.8 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.02

YIELD AND BAKING PROPERTIES OF WINTER WHEAT GRAIN AT DIFFERENT DOSES AND TERMS OF NITROGEN FERTILIZER APPLICATION

G. M. Hospodarenko


O. D. Chernov*


V. V. Lubich


Y. S. Ryabovol

V. G. Kryzhanivsky

ORCID  [0000-0002-6495-2647](https://orcid.org/0000-0002-6495-2647)

ORCID  [0000-0001-5021-9340](https://orcid.org/0000-0001-5021-9340)

ORCID  [0000-0003-4100-9063](https://orcid.org/0000-0003-4100-9063)

ORCID  [0000-0003-4325-5313](https://orcid.org/0000-0003-4325-5313)

Uman National University of Horticulture, str., 1, Institutska, Uman, 20300, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: o.chernov@ukr.net

How to Cite

Hospodarenko, G. M., Chernov, O. D., Lubich, V. V., Ryabovol, Y. S., & Kryzhanivsky, V. G. (2020). Yield and baking properties of winter wheat grain at different doses and terms of nitrogen fertilizer application. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 21–31. doi: 10.31210/visnyk2020.03.02

The study results of the effect after using different doses and terms of nitrogen fertilizers application on the yield, physical and technological quality indicators of soft winter wheat grain in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine are presented. It has been established that due to additional nitrogen fertilization it is possible to increase yield by 30–54 %. After applying nitrogen fertilizers at a dose of 150 kg / ha during three terms, no significant yield increase was obtained as compared with applying nitrogen fertilizers at a dose of 120 kg/ha in tillering and leaf-tube forming phases. With increasing doses of fertilizers, covering expenditures of 1 kg active substance of fertilizers with yield growth decreased. A very strong correlation ($R = 0.98$) was established between thousand-kernel weight and the yield. No significant effects of doses and terms of nitrogen fertilizers' application on grain hectoliter weight indices were found. The correlation coefficient between thousand-kernel weight and grain hectoliter weight was strong ($R = 0.7$). Significant increases in protein and gluten content were obtained after applying nitrogen fertilizer at a dose of $N_{60} + N_{60}$ in tillering and leaf-tube forming phases. Approximation reliability between protein content in winter wheat grain and fertilizing intensification was high ($R^2 = 0.89$). The indicator of gluten content stability over the years of cultivation tended to decrease at increasing doses of fertilizers. It has been found that, as to sedimentation rate, flour strength in all variants of the experiment, was average, but had a significant increase as compared with areas without fertilizers. A very strong correlation ($R = 0.99$) was found between protein content and sedimentation rate. Starch content tended to decrease with increasing doses of fertilizers. The inverse correlation ($R = -0.94$) between protein and starch content was established.

Key words: winter wheat, hectoliter weight, grain hardness, protein, gluten, starch, sedimentation rate.

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ХЛИБОПЕКАРСЬКІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ПРИ РІЗНИХ ДОЗАХ І СТРОКАХ ЗАСТОСУВАННЯ АЗОТНИХ ДОБРІВ

Г. М. Господаренко, О. Д. Черно, В. В. Любич, Я. С. Рябовол, В. Г. Крижанівський
Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна

Висвітлено результати досліджень впливу застосування різних доз та строків застосування азотних добрив на врожайність, фізичні та технологічні показники якості зерна пшениці м'якої озимої в умовах Правобережного Лісостепу України. З'ясовано, що використовуючи азотні підживлення, можна підвищити врожайність на 3–54 %. У разі внесення азотних добрив дозою 150 кг/га у три строки не одержано достовірного приросту врожаю порівняно з внесенням азотних добрив у фазу куціння та виходу у трубку дозою 120 кг/га д. р. Зі збільшенням доз добрив окупність 1 кг д. р. приростом врожаю зменшувалася. Встановлено дуже сильний кореляційний зв'язок ($R = 0,98$) між масою 1000 зерен і врожайністю. Не виявлено істотного впливу доз і строків застосування азотних добрив на показник натури зерна. Тіснота зв'язку за коефіцієнтом кореляції між масою 1000 зерен і натурою зерна була сильною ($R = 0,7$). Істотні прирости вмісту білка і клейковини одержано у разі внесення азотних добрив дозою $N_{60} + N_{60}$ у фазу куціння та виходу у трубку. Достовірність апроксимації між вмістом білка в зерні пшениці озимої та інтенсифікацією удобрення мала високий рівень ($R^2 = 0,89$). Показник стабільності вмісту клейковини за роками вирощування мав тенденцію до зниження зі збільшенням доз добрив. Встановлено, що за показником седиментації сила борошна в усіх варіантах досліді була середньою, але мала достовірне збільшення, порівняно з ділянками без добрив. Виявлено дуже сильну кореляційну залежність ($R = 0,99$) між вмістом білка та показником седиментації. Вміст крохмалю мав тенденцію до зниження зі збільшенням доз добрив. Встановлено зворотну кореляційну залежність ($R = -0,94$) між вмістом білка і крохмалю.

Ключові слова: пшениця озима, натура, твердість зерна, білок, клейковина, крохмаль, показник седиментації.

УРОЖАЙНОСТЬ И ХЛЕБОПЕКАРСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗАХ И СРОКАХ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Г. Н. Господаренко, Е. Д. Черно, В. В. Любич, Я. С. Рябовол, В. Г. Крижановский
Уманский национальный университет садоводства, г. Умань, Украина

Исследовано влияние различных доз и сроков применения азотных удобрений на урожайность и качество зерна пшеницы озимой в условиях Правобережной Лесостепи Украины. Под влиянием азотных подкормок урожайность повышалась на 30–54 %. Установлено очень сильную корреляционную связь ($R = 0,98$) между массой 1000 зерен и урожайностью. Теснота связи по коэффициенту корреляции между массой 1000 зерен и натурой зерна была сильной ($R = 0,7$). Достоверность аппроксимации между содержанием белка в зерне пшеницы озимой и интенсификацией удобрения имела высокий уровень ($R^2 = 0,89$). Показатель стабильности содержания клейковины по годам выращивания имел тенденцию к снижению с увеличением доз удобрений. Установлено, что по показателю седиментации сила муки во всех вариантах опыта была средней. Виявлено очень сильную корреляционную зависимость ($R = 0,99$) между содержанием белка и показателем седиментации. Содержание крахмала имело тенденцию к снижению с увеличением доз удобрений. Установлено обратную корреляционную зависимость ($R = -0,94$) между содержанием белка и крахмала.

Ключевые слова: пшеница озимая, натура, твердость зерна, белок, клейковина, крахмал, показатель седиментации.

Вступ

Відомо, що пшениця озима відноситься до культур, що вимагають для формування врожаю значної кількості елементів живлення і добре реагує на внесення мінеральних добрив, особливо азотних. За даними учених [1, 2], частка азоту у прирості врожаю становить близько 50–55 %. Питання застосування різних доз і строків азотних добрив вивчалось багатьма вітчизняними та іноземними ученими [3–10], проте більшість досліджень було проведено 1970–1980 років. За цей час відбулася сорто-

заміна, частково змінилися погодні умови. Новостворені сорти відрізняються за морфологічними й біологічними властивостями і характеризуються підвищеними вимогами до рівня мінерального живлення. Тому система їх удобрення потребує уточнення, оскільки результати досліджень, отримані в різних ґрунтово-кліматичних зонах, часто мають суперечливий характер [11].

Дослідження, які проводились у різних ґрунтово-кліматичних зонах, свідчать, що погодні умови і система удобрення є потужними чинниками впливу на продуктивність агроценозу [12]. В роки з посушливими умовами вплив добрив на формування продуктивності культури різко знижується, а приріст нівелюється. Тому є необхідність корегування дози мінеральних добрив залежно від запасів продуктивної вологи у ґрунті.

Встановлено [13], що ефективність азотних підживлень пшениці озимої на чорноземних ґрунтах досить висока. Приріст урожайності зерна може становити 0,4–1,4 т/га, а окупність 1 кг д. р. азотних добрив приростом урожаю варіює від 12 до 46 кг/га. Тобто азотні підживлення є досить дієвим і ефективним заходом підвищення продуктивності пшениці озимої.

Учені не мають єдиної думки стосовно впливу строків застосування азотних добрив на продуктивність пшениці озимої. За даними [14], внесення КАС дозами 60, 110 і 160 кг/га наповесні та в кінці фази трубкування рослин було менш ефективним, ніж одноразове раннє внесення азотних добрив. За іншими даними [15], більш ефективним виявилось роздрібне внесення азотних добрив дозами: N_{58} – у фазу кушіння, N_{20} – на початку трубкування та N_{40} – на початку колосіння. При цьому підвищувалась урожайність і поліпшувалась якість зерна.

Основними показниками якості зерна пшениці озимої є масова частка білка і клейковини, оскільки з ними пов'язані його товарна цінність, борошномельні, хлібопекарські, а також технологічні властивості. За даними [16], 1930–1940 років вміст білка в зерні пшениці був 17–18 %, а клейковина характеризувалась високою якістю. Нині цей показник становить 11–14 %, а в несприятливі за погодними умовами роки знижується до 8,0–9,5 %. У динаміці спостерігається тенденція до зниження вмісту білка в зерні. Зменшення вмісту білка відмічається також і в інших країнах, де застосовують інтенсивні технології вирощування пшениці [17].

Тому метою досліджень стало вивчення зміни урожайності та технологічних властивостей зерна пшениці озимої при різних дозах і строках застосування азотних добрив на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу. Серед завдань досліджень – вивчити вплив азотного живлення рослин на формування врожаю та хлібопекарські показники якості зерна пшениці озимої сорту Лазурна – масу 1000 зерен, натуру зерна, його твердість, вміст білка і клейковини, крохмалю та показник седиментації.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на дослідному полі Уманського національного університету садівництва впродовж 2018–2019 років. Дослід закладали за схемою (табл. 1). Ґрунт дослідних ділянок чорнозем опідзолений важкосуглинковий із вмістом гумусу в орному шарі 3,02 %, азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) 110 мг/кг, рухомих сполук фосфору та калію (за методом Чирикова) відповідно 90 та 80 мг/кг ґрунту. Клімат регіону помірно-континентальний із середньобагаторічною кількістю опадів 633 мм і температурою повітря 7,4 °С.

1. Удобрення пшениці озимої у досліді

Варіант дослідів	Основне удобрення	Фаза росту й розвитку рослин		
		кушіння	виходу в трубку	початок колосіння
Без добрив (контроль)	–	–	–	–
$P_{30}K_{30}$ – фон	$P_{30}K_{30}$	–	–	–
Фон + N_{30} + N_{30}	$P_{30}K_{30}$	N_{30}	N_{30}	–
Фон + N_{60}	$P_{30}K_{30}$	N_{60}	–	–
Фон + N_{60} + N_{60}	$P_{30}K_{30}$	N_{60}	N_{60}	–
Фон + N_{60} + N_{60} + N_{30}	$P_{30}K_{30}$	N_{60}	N_{60}	N_{30}

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Польові досліді проводили згідно із загальноприйнятою методикою [18]. Технологія вирощування пшениці озимої загальноприйнята для Правобережного Лісостепу. Попередник пшениці озимої сорту Лазурна – соя. Фосфорні й калійні добрива у вигляді суперфосфату гранульованого та калію хлористого вносили під основний обробіток ґрунту. Підживлення пшениці озимої згідно зі схемою досліді, проводили аміачною селітрою. Площа облікової ділянки – 25 м², повторність досліді – триразова. Урожай збирали поділяючно. Для оцінювання якості зерна пшениці озимої визначали вміст білка за ДСТУ 4117:2007, вміст клейковини – за ДСТУ ISO 21415-1:2009, масу 1000 зерен – за ДСТУ ISO 520:2015, натуру зерна – за ДСТУ 4233:2003. Математичну та статистичну обробку даних проводили, використовуючи пакет стандартних програм «Microsoft Exel 2010». Твердість зерна (near-infrared (NIR)) та седиментацію за методом Зелені визначали за допомогою інфрачервоної спектроскопії на приладі Infratec 1241.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати досліджень свідчать, що врожайність пшениці озимої змінювалась залежно від удобрення, особливо від доз і строків застосування азотних добрив, а також суттєво залежала від погодних умов року (табл. 2).

2. Урожайність зерна пшениці озимої та окупність добрив залежно від особливостей удобрення

Варіант досліді	Рік дослідження		Середнє за два роки	Окупність приростом урожаю, кг	
	2018	2019		1 кг NPK	1 кг N
Без добрив (контроль)	3,91	4,24	4,08	–	–
P30K30 – фон	4,54	4,84	4,69	10,2	–
Фон + N30 + N30	5,15	5,44	5,30	10,2	10,2
Фон + N60	5,28	5,73	5,51	11,9	13,7
Фон + N60 + N60	6,02	6,49	6,26	12,1	13,1
Фон + N60 + N60 + N30	6,02	6,54	6,28	10,5	10,6
Середнє по досліді	5,15	5,55	5,35	–	–
НІР05	0,42	0,54	–	–	–

У середньому по досліді 2019 року врожайність зерна становила 5,55 т/га, що на 8 % більше, ніж 2018 року. В обидва роки досліджень від добрив одержано достовірний приріст врожаю. Стосовно строків застосування азотних добрив, то спостерігались лише тенденції до збільшення приростів у варіантах з одноразовим внесенням азотних добрив порівняно з роздільним (N₃₀ + N₃₀). Додаткове внесення азотних добрив у підживлення у фазу колосіння рослин не сприяло підвищенню врожайності, що, на наш погляд, можна пояснити посушливими умовами вегетації. У II–III декадах червня та на початку липня 2019 р. випало відповідно лише 0,4, 16,3 і 1,8 мм опадів. У середньому за роки досліджень на удобрених ділянках урожайність збільшувалась на 30–54 % залежно від доз і строків внесення добрив.

У роки проведення досліджень окупність 1 кг NPK приростом урожаю варіювала від 10,2 до 12,1 кг залежно від варіанту досліді і найвищою була у варіанті Фон + N₆₀ + N₆₀.

Поряд з урожайністю, види, дози і строки застосування добрив також впливали на фізичні показники якості зерна пшениці озимої (табл. 3). Встановлено [19], що внесення азотних добрив у підживлення в період колосіння – наливу зерна є найбільш дієвим чинником впливу на масу 1000 зерен. Існує також думка [20], що маса 1000 зерен збільшується лише у разі внесення азотних добрив дозою, що перевищує 60 кг/га д. р. азотних добрив.

Незважаючи на те, що загальна кількість опадів у червні 2018 року становила 82 мм, проте їх розподіл суттєво не впливав на формування маси 1000 зерен. Цвітіння розпочалось 18 травня. Кількість опадів у цей період становила 17,5 мм і була недостатньою, тому що наступна декада характеризувалася взагалі їхньою відсутністю. Вже на початку червня 2018 року пшениця озима перебувала у фазі молочної стиглості, яка також проходила в умовах гострого дефіциту опадів (9,8 мм). Оподи, загальною кількістю 32 мм, випали вже у другій декаді червня, коли пшениця була у фазі воскової стиглості. Ситуація ускладнилась і тим, що весь цей період супроводжувався підвищеними температурами повітря – 17,9–20,2 °С, що на 3,3–2,6 °С вище середньобогаторічних значень.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

3. Фізичні показники якості зерна пшениці озимої залежно від особливостей удобрення

Варіант досліджу	Маса 1000 зерен, г			Натура зерна, г/л			Твердість зерна (NIR), од. п.		
	2018 р.	2019 р.	Середнє за два роки	2018 р.	2019 р.	Середнє за два роки	2018 р.	2019 р.	Середнє за два роки
Без добрив (контроль)	35,1	36,0	35,6	742	759	751	40,8	39,5	40,2
P ₃₀ K ₃₀ – фон	36,4	36,9	36,7	744	758	751	44,4	42,4	43,2
Фон + N ₃₀ + N ₃₀	37,5	38,2	37,9	750	759	755	49,4	45,7	47,6
Фон + N ₆₀	37,3	38,0	37,7	749	752	751	47,4	45,0	46,2
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	38,2	39,3	38,8	755	766	761	52,5	53,0	52,8
Фон + N ₆₀ + N ₆₀ + N ₃₀	38,7	39,5	39,1	752	769	761	54,8	55,0	54,9
Середня по досліджу	37,2	38,0	37,6	749	761	755	48,0	47,0	47,0
НІР ₀₅	3,0	2,7	–	44	36	–	2,9	3,7	–

В умовах 2019 року цвітіння пшениці озимої наступило 26 травня. У цей період випало 23 мм, а в першій декаді червня пройшли рясні дощі. Загальна кількість опадів у фазу цвітіння–молочна стиглість зерна становила 59 мм. За період молочна–воскова стиглість зерна випало ще 13 мм опадів, що за оптимальної відносної вологості повітря сприяло деякому збільшенню маси 1000 зерен (на 0,7–1,1 г), порівняно з 2018 роком. У середньому по досліджу маса 1000 зерен пшениці озимої була високою і становила 37,2–38,0 г залежно від року дослідження.

В обидва роки досліджень у варіантах з високими дозами добрив отримано достовірне збільшення маси 1000 зерен пшениці озимої під впливом азотних підживлень порівняно з контролем. Спостерігалась тенденція до збільшення цього показника залежно від доз азотних добрив, проте істотної різниці між варіантами досліджу не спостерігалось (табл. 3). Це можна пояснити тим, що на ділянках, де вносились азотні добрива, вища врожайність зерна була сформована завдяки густоті стеблостою та озерненості колоса, а посушливі умови в період формування зерна не сприяли формуванню вищої їх маси. Достовірність апроксимації між масою 1000 зерен і врожайністю була дуже сильною ($r = 0,97$; рис. 1).

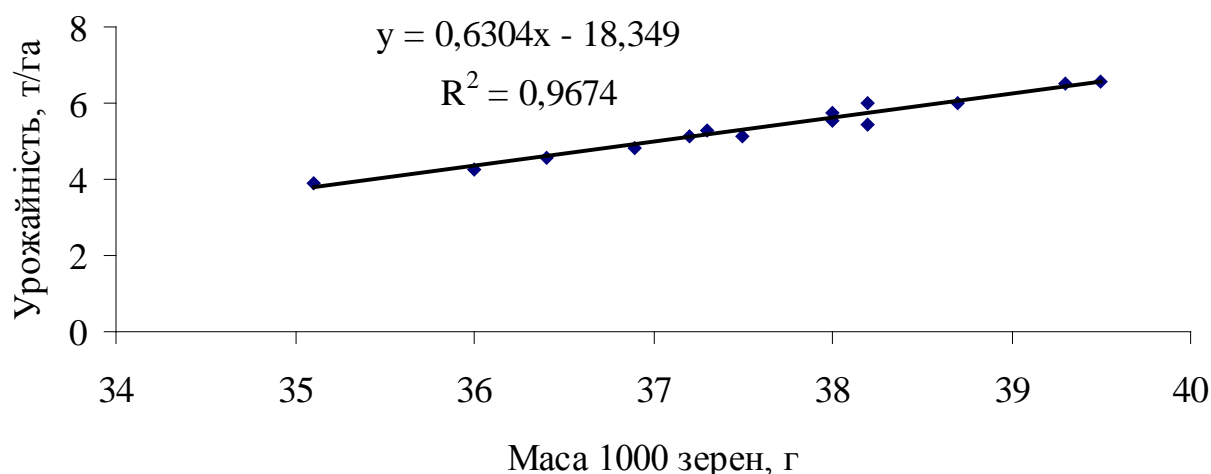


Рис. 1. Кореляційний зв'язок між урожайністю та масою 1000 зерен пшениці озимої

Важливим показником фізичних якостей зерна пшениці озимої є натура. Її можна розглядати як ознаку, що вказує на борошномельні його властивості. Зерно з високою натурою має потенційно більший вихід борошна [20].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

У роки проведення досліджень не виявлено істотного впливу доз і строків застосування азотних добрив на показник натурності зерна, який залежно від погодних умов і удобрення варіював від 742 до 769 г/л. Згідно з ДСТУ 3768 [21] у варіантах Фон + N₆₀ + N₆₀ та Фон + N₆₀ + N₆₀ + N₃₀ за цим показником зерно відповідало 1 класу якості, а в решті варіантів досліджу – 2 класу.

В інтервалі зміни показника маси 1000 зерен пшениці озимої від 15 до 40 г існує тісний зв'язок з натурою зерна. Збільшення маси 1000 зерен від 40 до 60 г практично не впливає на натуру [22]. Такий же зв'язок спостерігався і у проведеному досліді. У роки досліджень маса 1000 зерен варіювала в інтервалі 35,1–39,5 г, а тіснота зв'язку з його натурою була помірною (R = 0,43).

Погодні умови в роки проведення досліджень були посушливими, проте розподіл опадів під час формування зерна пшениці та азотні підживлення неоднаково впливали на вміст білка в ньому.

Встановлено, що 2018 року в умовах більшого зволоження в період формування зерна (ГТК за червень 1,4) застосування підживлень за схемами N₆₀ + N₆₀ та N₆₀ + N₆₀ + N₃₀ забезпечувало формування дещо нижчого вмісту білка, порівняно з 2019 роком, у якому ГТК за червень – першу декаду липня ГТК становив лише 0,6.

2019 року налив зерна відбувся за дещо інших погодних умов. Оподи (загальною кількістю 59 мм) пройшли в I декаді червня, а далі формування зерна проходило в посушливих умовах (за 30 діб випало лише 18,5 мм опадів) і підвищених температурах повітря, що призвело до гальмування фотосинтетичних процесів, посилення дихання рослин, що збільшувало витрати вуглеводів. За таких умов у зерні переважало накопичення білків. Аналогічні результати спостерігались і в інших дослідженнях [23, 24].

2018 р. у разі роздрібного та одноразового застосування азотних добрив дозою 60 кг/га д. р. приріст вмісту білка в зерні пшениці озимої був практично рівнозначним варіанту досліджу, де добрива не застосовувались або вносились лише фосфорні й калійні добрива, – він зростав у середньому лише на 0,2–0,3 %. Це можна пояснити тим, що відновлення вегетації пшениці озимої відбулося пізно, а різке наростання тепла сприяло інтенсивному росту рослин, тому елементів живлення для синтезу білка вже не вистачало. Збільшена удвічі доза азотних добрив сприяла достовірному підвищенню вмісту білка як порівняно з варіантом, де добрива не вносились, так і в разі їх внесення дозою N₆₀ (табл. 4).

4. Вміст білка в зерні пшениці озимої та умовний його збір залежно від особливостей удобрення

Варіант досліджу (фактор В)	Рік дослідження (фактор А)		Середній за два роки	Умовний збір білка, кг/га
	2018	2019		
Без добрив (контроль)	11,5	11,0	11,3	395
R ₃₀ K ₃₀ – фон	11,5	11,1	11,3	456
Фон + N ₃₀ + N ₃₀	11,8	11,7	11,8	536
Фон + N ₆₀	11,7	11,6	11,7	552
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	12,7	13,0	12,8	692
Фон + N ₆₀ + N ₆₀ + N ₃₀	13,0	13,5	13,3	716
В середньому по досліджу	12,0	12,0	12,0	558
НП ₀₅ за факторами: А – 0,2; В – 0,3; АВ – 0,4				–

2019 року у разі роздрібного та одноразового внесення азотних добрив у підживлення одержано істотні прирости вмісту білка в зерні пшениці озимої. Збільшена удвічі доза азотних добрив сприяла підвищенню вмісту білка на 1,3–2,0 % порівняно з ділянками без їх внесення та у разі їхнього внесення одинарною дозою незалежно від строків застосування. У варіанті досліджу Фон + N₆₀ + N₆₀ + N₃₀ вміст білка був найвищим і становив 13,5 %, проте, як і 2018 року, істотного та закономірного впливу на цей показник порівняно до попередньої дози не виявлено.

У середньому за два роки досліджень у досліді після попередника соя частка впливу на вміст білка в зерні пшениці озимої становила, %: доз азотних добрив та строків їх внесення 70, погодних умов – 20, взаємовплив факторів – 5 й інших факторів – 5 (рис. 2).

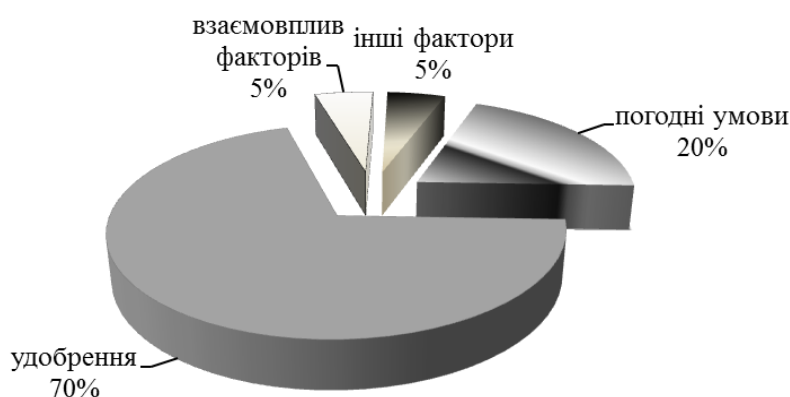


Рис. 2. Вплив доз добрив, року вирощування на вміст білка в зерні пшениці озимої (середній за 2018–2019 рр.)

Встановлено, що вміст білка в зерні був вищим (у середньому на 1,0–1,6 %) у разі внесення на фосфорно-калійному фоні N_{60} у фазу куціння + N_{60} у фазу трубкування. Достовірність апроксимації між вмістом білка в зерні пшениці озимої та інтенсифікацією удобрення мала високий рівень ($R^2 = 0,86$).

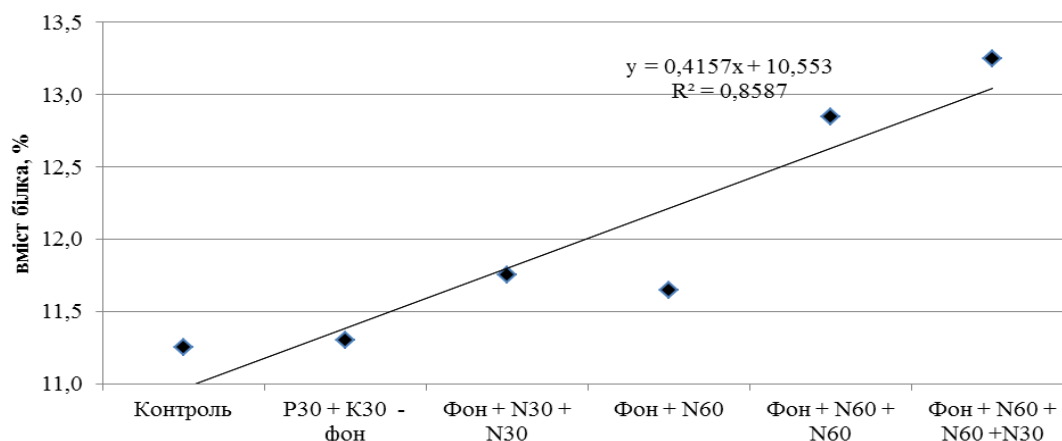


Рис. 3. Кореляційна залежність між вмістом білка та удобренням пшениці озимої, 2018–2019 рр.

Удобрення сприяло збільшенню умовного збору білка з площі посіву на 36–81 % залежно від варіанту досліджу.

Вміст клейковини в зерні пшениці озимої змінювався під впливом погодних умов та азотних підживлень аналогічно вмісту білка (табл. 5).

5. Вміст клейковини в зерні пшениці озимої залежно від особливостей удобрення

Варіант досліджу	Рік проведення дослідження			Коефіцієнт стабільності
	2018	2019	Середній за 2018-2019 рр.	
Без добрив (контроль)	23,7	23,1	23,4	39
P ₃₀ K ₃₀ – фон	23,9	23,3	23,6	39
Фон + N ₃₀ + N ₃₀	24,5	24,8	24,7	82
Фон + N ₆₀	24,3	24,7	24,5	61
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	27,1	27,7	27,4	46
Фон + N ₆₀ + N ₆₀ + N ₃₀	27,7	28,7	28,2	28
Середній по досліджу	25,2	25,4	25,3	–
НІР ₀₅	1,04	1,10	–	–

Вміст клейковини в зерні пшениці озимої був більш високим (у середньому на 1–5 %) у варіанті Фон + N₆₀ + N₆₀ + N₃₀ порівняно з іншими варіантами досліджу, проте стабільність вмісту клейковини

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

була нижчою, навіть порівняно з ділянками без добрив. У варіанті Фон + N₃₀ + N₃₀ вміст клейковини в зерні характеризувався вищою стабільністю. Інші варіанти удобрення за впливом на формування клейковини в зерні були менш ефективним.

Хлібопекарські якості борошна із зерна пшениці озимої можна оцінювати за показником седиментації, який уведений до показників стандарту його якості в багатьох країнах. Вважається, що пшениця з показником седиментації вище 60 мл дуже сильна, а з 40–60 мл – сильна. Середня пшениця з показником 20–40 мл може бути використана для випікання хліба лише за додавання сильного борошна. Якщо показник менше 20 мл, борошно вважається слабким і застосовується в кондитерській промисловості [26].

Встановлено, що в обидва роки проведення досліджень за показником седиментації сила борошна в усіх варіантах досліду була середньою. Застосування азотних добрив у підживлення незалежно від строків їх застосування дозою 60 кг/га д. р. не в усі роки впливало на цей показник. У варіантах Фон + N₆₀ + N₆₀ і Фон + N₆₀ + N₆₀ + N₃₀ спостерігалось достовірне збільшення цього показника порівняно з контролем та порівняно з одинарною дозою добрив з перевагою варіанту зі внесенням азотних добрив у три строки: під час кушіння, виходу в трубку та колосіння. Виявлено дуже сильну кореляційну залежність ($r = 0,98$) між вмістом білка і показником седиментації, яку описано рівнянням регресії

$$y = 0,178x + 6,799,$$

де x – вміст білка; y – показник седиментації.

6. Седиментація за методом Зеленої борошна пшениці озимої залежно від особливостей удобрення, мл

Варіант досліду	Рік дослідження		Середнє за два роки
	2018	2019	
Без добрив (контроль)	25,5	22,9	24,2
P ₃₀ K ₃₀ – фон	26,8	24,3	25,8
Фон + N ₃₀ + N ₃₀	28,3	27,9	28,1
Фон + N ₆₀	27,0	27,2	27,1
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	32,1	34,9	33,5
Фон + N ₆₀ + N ₆₀ + N ₃₀	34,9	38,5	36,7
Середній по досліду	29,1	29,4	29,2
НІР ₀₅	2,7	1,9	–

Отже, строки застосування азотних добрив під пшеницю озиму після сої істотно не впливали на показники якості зерна, але спостерігалася тенденція до поліпшення його якості зі збільшенням дози азотних добрив, а також підвищення стабільності вмісту клейковини у разі підживлення у фазу кушіння та трубкування дозою N₃₀ + N₃₀ або N₆₀.

Крохмаль є основним складником для промислового біосинтезу спирту. Його вміст у зерні пшениці озимої залежить від сортів, погодних умов і технології вирощування [26]. Результати досліджень свідчать, що поліпшення азотного живлення пшениці озимої знижувало вміст крохмалю в зерні. На ділянках, де добрива не вносили, його вміст у зерні пшениці озимої сорту Лазурна становив 60,6 % і знижувався до 57,4 % у варіанті досліду з внесенням Фон + N₆₀ + N₆₀ + N₃₀ (табл. 7).

7. Вміст і вихід крохмалю із зерна пшениці озимої залежно від особливостей удобрення

Варіант досліду	Вміст крохмалю, %		Середнє за два роки	Вихід крохмалю, т/га		Середнє за два роки
	2018 р.	2019 р.		2018 р.	2019 р.	
Без добрив (контроль)	60,5	60,6	60,6	2,37	2,57	2,47
P ₃₀ K ₃₀ – фон	59,2	60,6	59,9	2,69	2,93	2,81
Фон + N ₃₀ + N ₃₀	58,8	60,1	59,5	3,03	3,27	3,15
Фон + N ₆₀	59,2	60,3	59,8	3,13	3,46	3,29
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	58,0	57,7	57,9	3,49	3,75	3,62
Фон + N ₆₀ + N ₆₀ + N ₃₀	57,7	57,4	57,6	3,47	3,75	3,61
Середнє по досліду	58,9	59,5	59,2	3,03	3,29	3,16
НІР ₀₅	4,4	3,4	–	–	–	–

Вміст крохмалю в зерні пшениці озимої м'якої сорту Лазурна 2018 та 2019 років мало залежав від погодних умов. У середньому по досліді дещо вищий вміст формувався 2019 р. – 59,5 %.

Встановлено [27], що рослина краще накопичує в зерні вуглеводи, обмежуючись лише мінімумом вмісту білка (8–12 %), оскільки під час розщеплення вони дають стільки ж енергії, як і вуглеводи, але на їх синтез витрачається у 3–4 рази більше енергії, ніж на синтез вуглеводів. Тому існує обернена залежність між синтезом білка і синтезом вуглеводів.

З'ясовано, що вміст крохмалю в зерні пшениці озимої м'якої сорту Лазурна залежить від вмісту білка. Між цими показниками встановлено обернену дуже сильну кореляційну залежність ($r = -0,94$), яка описується таким рівнянням регресії:

$$y = -1,517x + 77,39,$$

де x – вміст білка, %, y – вміст крохмалю, %.

Результати регресійного аналізу вказують на високу ступінь апроксимації цього показника ($R^2 = 0,85$).

Вихід крохмалю найбільше залежав від урожайності зерна пшениці озимої. У середньому по досліді в більш сприятливому за погодними умовами 2019 році він збільшився на 258 кг/га. Кращі показники при цьому забезпечували варіанти роздільного застосування азотних добрив дозами 120 і 150 кг/га д. р. і становили відповідно 3,74 і 3,75 т/га.

Висновки

Погодні умови вегетаційного періоду пшениці озимої, особливо під час формування зерна, істотно впливають на показники його якості. Урожайність зерна пшениці озимої більше залежала від доз добрив, ніж від строків їх застосування. Найвищою на достовірному рівні вона була у разі внесення $P_{30}K_{30} + N_{60} + N_{60}$. Окупність 1 кг NPK приростом урожаю зерна змінювалася залежно від удобрення і зменшувалася зі збільшенням доз добрив. Достовірне збільшення маси 1000 зерен під впливом азотних підживлень спостерігалось лише порівняно з варіантом, де добрив не вносили. Тіснота зв'язку за коефіцієнтом кореляції між масою 1000 зерен і врожайністю була дуже сильною ($R = 0,98$). Не виявлено істотного впливу доз і строків застосування азотних добрив на показник натурності зерна. Встановлено помірну тісноту зв'язку за коефіцієнтом кореляції між масою 1000 зерен і натурою зерна ($R = 0,4$). Частка впливу азотних добрив на вміст білка в зерні пшениці озимої сорту Лазурна становила 70 %, погодних умов – 20, взаємодія факторів – 5 та інші факторів – 5 %. Це підтверджується також високим рівнем достовірності апроксимації ($R^2 = 0,86$) вмісту білка й інтенсифікації удобрення. Найвищий вміст клейковини в зерні пшениці озимої був у варіанті Фон + $N_{60} + N_{60} + N_{30}$, проте характеризувався нестабільністю за роками досліджень. В усіх варіантах досліді за показником седиментації сила борошна була середньою. Між вмістом білка і показником седиментації встановлено дуже сильну кореляційну залежність ($R = 0,98$). Вміст крохмалю в зерні зменшувався з поліпшенням азотного живлення пшениці озимої. Між вмістом білка і крохмалю в зерні встановлено обернену сильну кореляційну залежність ($R = -0,92$).

Перспективи подальших досліджень. Дослідження потрібно продовжити для більш детального визначення впливу взаємодії рівня азотного живлення рослин і погодних умов у підзоні нестійкого зволоження на формування хлібопекарських властивостей зерна та якості випеченого хліба.

References

1. Lyubych, V. V., Kotsyuba, S. P., & Yevchuk, YA. V. (2019). Produktivnist pshenytsi spelty zalezchno vid vydiv dobryv, yikh poyednannya ta strokiv zastosuvannya azotnykh dobryv. *Visnik Umanskogo Nacionalnogo Universitetu Sadivnictva*, 94, 71–83. doi: 10.31395/2415-8240-2019-94-1-71-83 [In Ukrainian].
2. Tishchenko, A. T., Zolotarev, V. P., & Vaulina, G. I. (1990). Urozhay i kachestvo zerna ozimoy pshenytsy na dernovo-podzolistykh pochvakh pri azotnykh podkormkakh. *Byulleten Vserossijskogo Nauchno-Issledovatel'skogo Instituta Agrohimii*, 9–11 [In Russian].
3. Maadi, B., Fathi, G., Siadat, S. A., Alami Saeid, K., & Jafari, S. (2012). Effects of Preceding Crops and Nitrogen Rates on Grain Yield and Yield Components of Wheat (*Triticum aestivum* L.). *World Applied Sciences Journal*, 17 (10), 1331–1336.
4. Usman, K., Khan, E. A., Khan, N., Khan, M. A., Ghulam, S., Khan, S., & Baloch, J. (2013). Effect of Tillage and Nitrogen on Wheat Production, Economics, and Soil Fertility in Rice-Wheat Cropping System. *American Journal of Plant Sciences*, 04 (01), 17–25. doi: 10.4236/ajps.2013.41004.

5. Limon-Ortega, A., Sayre, K. D., & Francis, C. A. (2000). Wheat Nitrogen Use Efficiency in a Bed Planting System in Northwest Mexico. *Agronomy Journal*, 92 (2), 303–308. doi: 10.2134/agronj2000.922303x.
6. Sandukhadze, B. I., & Zhuravleva, Ye. V. (2012). Azotnaya podkormka sovremennykh intensivnykh sortov ozimoy pshenitsy v usloviyakh Tsentralnogo Nechernozemya. *Pitaniye Rasteniy*, 2, 2–6 [In Russian].
7. Efreteui, A., Gooding, M., White, E., Spink, J., & Hackett, R. (2016). Effect of nitrogen fertilizer application timing on nitrogen use efficiency and grain yield of winter wheat in Ireland. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 55 (1), 63–73. doi: 10.1515/ijafr-2016-0006.
8. Hospodarenko, H. M., Chernov, O. D., Boyko, V. P., & Stasinevich, A. Yu. (2018). Vplyv doz i spivvidnoshen dobryv na vrozhaynist i yakist zerna ozymoyi pshenytsi. *Visnik Umanskogo Nacionalnogo Universitetu Sadivnictva*, 2, 76–79. doi: 10.31395 / 2310-0478-2018-21-76-79.
9. Campiglia, E., Mancinelli, R., De Stefanis, E., Pucciarmati, S., & Radicetti, E. (2015). The long-term effects of conventional and organic cropping systems, tillage managements and weather conditions on yield and grain quality of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) in the Mediterranean environment of Central Italy. *Field Crops Research*, 176, 34–44. doi: 10.1016/j.fcr.2015.02.021.
10. Maali, S. H., & Agenbag, G. A. (2013). Effect of soil tillage, crop rotation and nitrogen application rates on grain yield of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in the Swartland wheat producing area of the Republic of South Africa. *South African Journal of Plant and Soil*, 20 (3), 111–118. doi: 10.1080/02571862.2003.10634919.
11. Hospodarenko H., Chernov O., Prokopchuk I., Serdyuk M. (2019) Technological Properties of Winter Wheat Grain Depending on the Ecological and Geographical Origin of a Variety and Weather Conditions. In: Nadykto, V. (eds) *Modern Development Paths of Agricultural Production*, (PP. 699–705). Springer Nature: Switzerland AG. doi: 10.1007/978-3-030-14918-5_68.
12. Dolijanovic, Z., Oljaca, S., Kovacevic, D., Đorđević, S., & Brdarthe, J. (2013). Effects of different fertilizers on spelt grain yield (*Triticum aestivum* L. ssp. spelta). *IV International Symposium «Agrosym 2013»*.
13. Hospodarenko, H. M., Boyko, V. P., Stasinyevych, O. Yu., & Chernov, O. D. (2018). Vplyv doz i spivvidnoshen dobryv u poloviy sivozmini na rodyuchist hruntu ta produktyvnist pshenytsi ozymoyi v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. *Tavriyskyy Naukovyy Visnyk*, 104. S.180–187 [In Ukrainian].
14. Hera, C., & Mihaila, V. (1981). Modificarea unor indici agrochimici ai solului prin aplicarea ingrasamintelor. *An. Inst. Cerc. Cereale Plante Tehan, Agtvgduf, igsgkuye*, 47ZH, 319–327.
15. Fischer, D. (1984). Erfahrung, Beobachtung und Boden vorrat zahlen. *Landwirtschaftliche Zeitschrift Reinland*, 1 (51(7)), 456–459.
16. Kramarov, S. M., Zhemela, G. P., & Shakaliy, S. M. (2014). Produktivnist ta yakist zerna pshenici mjakoi ozymoi zalezno vid mineralnogo zhivlennya v umovah Livoberezhnogo Lisostepu Ukrainy. *Byuleten Institutu Silskogo Gospodarstva Stepovoi Zoni NAAN Ukrainy*, 6, 61–67 [In Ukrainian].
17. Majdanyuk, V. V. (2011). Urozhajnist ta yakist pshenici ozimoï u pivnichnomu Lisostepu zalezno vid tekhnologii viroshchuvannya. *Zbirnik Naukovih Prac NNC “Institut Zemlerobstva NAAN”*, 1–2, 103–108 [In Ukrainian].
18. Dospikhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].
19. Sajko, V. F. (Ed.). 1989. *Nauchnye osnovy ustojchivogo vedeniya zernovogo hozyajstva*. Kiev: Urozhaj [In Russian].
20. Zhemela, H. P., & Shakaliy, S. M. (2012). Vplyv mineralnogo zhivlennya na elementy produktyvnosti ta yakist zerna pshenytsi ozymoi. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 4, 14–16 [In Ukrainian].
21. DSTU 3768:2010. *Pshenicya. Tekhnichni umovy. Chinniy vid 2010.04.01. (2010)*. Kyiv [In Ukrainian].
22. Kvasnicka, L. S. (2012). Formuvannya pokaznikiv yakosti zerna pshenici ozimoï v polovih sivozminah Podillya. *Visnik Zhitomirskogo Nacionalnogo Agroekologichnogo Universitetu*, 1 (30 (1)), 149–156 [In Ukrainian].
23. Gospodarenko, G. M., & Chernov, O. D. (2016). Yakist zerna pshenici ozimoï za trivalogo zastosuvannya dobryv u poloviy sivozmini. *Visnik Umanskogo Nacionalnogo Universitetu Sadivnictva*, 1, 11–15 [In Ukrainian].

24. Voziyan, V. V., Lyubich, V. V., & Suhomud, O. G. (2013). Tekhnologichni vlastivosti zerna sortiv pshenici ozimoї riznogo ekologo-geogafichnogo pohodzhennya. *Zbirnyka Naukovykh Prats Vinnytskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 1 (71), 121–125 [In Ukrainian].

25. Pumpyanskij, A. Y. (1971). *Tekhnologicheskie svojstva myagkih pshenic*. Leningrad: Kolos [In Russian].

26. Ryabovol, Ya. S., & Ryabovol, L. O. (2018). Ocinka yakosti zerna selekciynih zrazkiv pshenici myakoї ozimoї. *Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu: Ahronomiia*, 22 (1), 194–200 [In Ukrainian].

27. Zhivotkova, L. A. (Ed.). (1985). *Pshenica*. Kiev: Kolos [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 08.07.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Господаренко Г. М., Черно О. Д., Любич В. В., Рябовол Я. С., Крижанівський В. Г. Урожайність та хлібопекарські властивості зерна пшениці озимої при різних дозах і строках застосування азотних добрив. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 21–31.

© Господаренко Григорій Миколайович, Черно Олена Дмитрівна, Любич Віталій Володимирович, Рябовол Ярослав Сергійович, Крижанівський Віталій Григорович, 2020