

*In years with contrasting hydrothermal conditions, hybrid populations  $F_2$  were identified, which formed more than the average  $F_2$  number of spikelets in the main spike and had high rates of the degree and frequency of positive transgressions, namely: Mironovskaya early / Kolchuga; Kolchuga / Stolichnaya; Shchedraia niva / Vidrada; Antonovka / Stolichnaya.*

**Key words:** *soft winter wheat, degree and frequency of transgression,  $F_2$  populations, main ear, number of spikelets, parental forms.*

УДК 631.559:[631.526.3:633.111-021.4:631.8]

DOI 10.31395/2415-8240-2021-99-1-206-222

## ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА РІЗНОСТИГЛИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

**Т. В. СІЛФОНОВ**, аспірант

**Г. М. ГОСПОДАРЕНКО**, доктор сільськогосподарських наук

**С. П. ПОЛТОРЕЦЬКИЙ**, доктор сільськогосподарських наук

**В. В. ЛЮБИЧ**, доктор сільськогосподарських наук

**Р. М. ПРИТУЛЯК**, кандидат сільськогосподарських наук

**І. О. ПОЛЯНЕЦЬКА**, кандидат сільськогосподарських наук

Уманський національний університет садівництва

*У статті наведено формування фізико-хімічних властивостей (маса 1000 зерен, натура зерна, індекс твердості, вміст білка) зерна різностиглих сортів пшениці м'якої озимої за різних систем удобрення в польовій сівозміні. У сорту Ріно маса 1000 зерен зростає від 43,2 до 43,6–45,2 г, натура зерна – від 820 до 831–838 г/л, вміст білка – від 14,4 до 15,4–16,4 % залежно від системи удобрення, тип твердості – твердозерний. У сорту КВС Еміл маса 1000 зерен зростає від 37,2 до 38,3–38,5 г, натура зерна – від 771 до 779–789 г/л, вміст білка – від 11,7 до 12,3–13,7 % залежно від системи удобрення, тип твердості – м'якозерний.*

**Ключові слова:** *пшениця м'яка озима, системи удобрення, фізико-хімічні властивості, сорт, маса 1000 зерен, вміст білка.*

Пшениця – стратегічна зернова культура, оскільки займає чільне місце серед продовольчого зерна на вітчизняному її світовому ринку [1]. Величина врожаю зерна і його якість насамперед залежать від забезпечення рослин азотом. Висока реакція пшениці на цей елемент живлення та підвищена стійкість проти вилягання її сучасних сортів відкриває великі можливості для впровадження нових ефективних прийомів у технологічний процес вирощування цієї культури. Тому в комплексі заходів для розроблення технології вирощування пшениці озимої у певних ґрунтово-кліматичних умовах вирішальна роль насамперед належить азотним добривам [2]. Як доводить практичний досвід, за допомогою простого збільшення дози азотних добрив не

вдається істотно підвищити продуктивність пшениці озимої. У силу своїх біологічних особливостей вона не витримує високих доз азотних добрив, які вносять до початку сівби. Це змушує проводити підживлення у період найбільшої потреби рослин в азоті [3, 4].

Сучасні сорти пшениці озимої здатні формувати більш високий урожай зерна. Для підвищення в ньому вмісту білка рослини повинні містити більше азоту [5]. Вони переважно низькорослі і мають менше відношення між вегетативною масою й зерном, ніж у високостеблових сортів. Тому можливості накопичення в них азоту обмежені. Отже, без достатнього рівня азотного живлення наприкінці вегетації вони не можуть сформувати високоякісного зерна навіть за максимально можливого накопичення його у вегетативних органах [6].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Встановлено, що на ефективність добрив впливають особливості сорту, оскільки поглинання елементів живлення визначається генетичними особливостями [7]. Так, маса 1000 зерен у більшості випадків знижувалась не тільки від дози азотних добрив [8], а й від строків їх внесення. Разом з тим є дані про позитивний вплив азотних добрив на масу 1000 зерен. Так, Л. М. Кононюк [9] встановлено, що маса 1000 зерен збільшувалась від 38,1 г до 40,4 г у варіанті досліді  $P_{90}K_{90} + N_{30(II)} + N_{60(IV)} + N_{30(VII)}$  за вирощування сорту Артеміда і від 39,2 г до 41,1 г у сорту Єрмак. Проте найбільша маса 1000 зерен формувалась за внесення  $P_{135}K_{135} + N_{60(II)} + N_{75(IV)} + N_{45(VII)}$  у сорту Артеміда – 42,5 г, а в сорту Єрмак – 42,0 г.

Азотні добрива зазвичай знижують натуру зерна, проте інколи відмічався позитивний вплив азотних підживлень на величину цього показника [10]. Вони також негативно впливають на частку зерна крупної фракції в урожаї [11], зменшують масу 1000 зерен і натуру зерна, знижують його вирівняність [12]. Від рівня азотного живлення залежить показник склоподібності зерна і за дози  $N_{30-120}$  підвищується на 10–30 % [13], а за даними досліджень І. М. Пархуця [14] вона зростала від 58 % до 64 % за внесення 20 т/га гною і до 68 % – за внесення  $N_{120}P_{90}K_{90}$ .

Оптимальне забезпечення вологою передусім позитивно впливає на фізичні показники якості – масу 1000 зерен і натуру зерна [15, 16]. Так, за посушливих умов цей показник був на 7,4–8,0 г меншим порівняно з достатньо зволуженими [17]. Під впливом гідротермічних умов формування маси 1000 зерен може змінюватися на 10 пунктів [18].

Вчені [19–21] зазначають, що внесення добрив сприяло поліпшенню показників якості зерна. Так, застосування мінеральних добрив підвищувало масу 1000 зерен, натуру зерна та склоподібність відповідно на 7, 9 і 8 % за ГТК >1 і, незалежно від погодних умов, підвищувало вміст білка в зерні та клейковини, але при цьому немає однозначного впливу на якість клейковини зерна пшениці озимої. За посушливіших умов року (ГТК = 0,38–0,40) середня за варіантами удобрення маса 1000 зерен у 1,9 раза нижча порівняно з вологими (ГТК = 1,70–2,02), а в умовах з дефіцитом вологи – лише на 15 %. Рівень вмісту

білка за вологих умов року на 19 % нижче середнього показника порівняно з сухими, вміст клейковини – на 31 %, а її якість – краща, бо її середня пружність за дощових умов року складала в середньому 71,5 од. п. проти 114,6 од. п. ВДК порівняно з сухим вегетаційним періодом.

Вміст білка зерна є основним показником якості зерна пшениці, на який впливає азотне та сірчане живлення. Ці макроелементи будують блоки білків. Азотне добриво збільшує вміст білка в зерні, тоді як сірчані добрива впливають на склад білка [22, 23]. Через недостатнє надходження сірки пшениця не здатна досягти свого повного потенціалу врожайності і використання азоту для синтезу білка може бути зменшено. Через те, що кількість населення збільшується, і, як наслідок, споживання продуктів харчування також підвищується, виробництво сільськогосподарських культур має бути інтенсифіковано приблизно на 70 % до 2050 року та подвоєне або потроєне до 2100 року для забезпечення продовольчої безпеки людей. Вивчення можливостей збільшення виробництва рослин та ефективного використання азотних добрив без загрози для навколишнього природного середовища є важливою областю дослідження [24].

Вміст білка в зерні пшениці озимої у надмірно дощовий період вегетації можна пояснити втратою легкокорозчинних фракцій (альбумінів і глобулінів) під час проростання зародку та вимиванням цих фракцій з інших частин зерна. Підвищення ферментативної активності при цьому прямо пропорційно впливає на ступінь гідролізу білка, зменшення відношення азоту до вуглеводів у вегетативних і генеративних органах рослини [25].

У середньому за 2007–2017 рр. у межах кожного з блоків мінеральних добрив маса 1000 зерен зменшувалася з підвищенням дози азотних добрив, проте різниця між варіантами була не істотною. Спостерігалось достовірне поліпшення показника склоподібності за внесення  $N_{180}$ ,  $N_{180}P_{30}K_{30}$  і  $N_{180}P_{60}K_{60}$  відповідно на 11,3, 14,1 і 11,1 % [26].

Вважається, що для формування оптимального вмісту білка в зерні пшениці в умовах достатнього забезпечення вологою необхідно поліпшувати азотний режим живлення [27, 28]. Так, за теплих умов з достатньою забезпеченістю вологою вміст білка в зерні пшениці озимої зростає від 9,7 % до 13,2 % у варіанті застосування 150 кг/га д. р. азотних добрив, за прохолодніших умов з достатнім зволоженням – від 12,2 до 13,9, а за холодних з дефіцитом вологи – від 12,5 до 14,9 %. Подібно змінювався амінокислотний склад зерна [29]. Отже, застосування азотних добрив знижує негативний вплив складових погоди на вміст білка в зерні пшениці озимої. Крім цього, вплив добрив змінюється від селекційно-генетичних особливостей сорту, що зумовлює необхідність проведення досліджень.

*Мета досліджень* – визначити формування фізико-хімічних властивостей зерна різностиглих сортів пшениці м'якої озимої за різних систем удобрення в польовій сівозміні.

**Методика досліджень.** Експериментальну частину досліджень проведено в умовах Правобережного Лісостепу України у стаціонарному польовому

досліді з географічними координатами за Гринвічем 48° 46' північної широти і 30° 14' східної довготи, закладеному у 2011 році на дослідному полі Уманського НУС. Дослід одночасно розгорнутий на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані врожайності всіх культур сівозміни (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, соя). Повторення дослідів триразове. Загальна площа дослідної ділянки 36 м<sup>2</sup>, облікова – 25 м<sup>2</sup>. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом гумусу 3,8 %, вміст азоту легкогідролізованих сполук – низький, рухомих сполук фосфору та калію – підвищений, рН<sub>KCl</sub> – 5,7.

У варіанті дослідів виробничого контролю доза добрив розрахована за господарським винесенням основних елементів живлення культурами сівозміни. Схему дослідів складено так, щоб за результатами проведених досліджень можна було визначити можливість зниження доз окремих видів мінеральних добрив.

Схема застосування добрив у польовій сівозміні під пшеницю тверду озиму включала такі варіанти: без добрив (контроль), N<sub>75</sub>, N<sub>150</sub>, P<sub>60</sub>K<sub>80</sub>, N<sub>150</sub>K<sub>80</sub>, N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>, N<sub>75</sub>P<sub>30</sub>K<sub>40</sub>, N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>80</sub>, N<sub>150</sub>P<sub>30</sub>K<sub>40</sub>, N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub>, N<sub>150</sub>P<sub>30</sub>K<sub>80</sub>. Відповідно до схеми дослідів фосфорні та калійні добрива вносяться під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культивуацію та в підживлення. Нетоварна частина врожаю культур сівозміни (солома, стебелиння) залишається на полі на добриво. Індекс твердості та вміст білка визначали методом інфрачервоної спектроскопії на приладі Infracotec™ 1241 Grain Analyzer, масу 1000 зерен – за ДСТУ ISO 520:2015, натуру зерна – за ДСТУ ГОСТ 10840:2019. Для якісного оцінювання сили зв'язку використовували коефіцієнт кореляції (r) за шкалою Чеддока: 0,1–0,3 – незначний зв'язок; 0,3–0,5 – помірний; 0,5–0,7 – істотний; 0,7–0,9 – високий; 0,9–0,99 – дуже високий; 1 – функціональний. Індекс стабільності визначали за такою формулою:

$$SE = \frac{HE}{LE},$$

де HE – найбільший прояв ознаки;

LE – найменший прояв ознаки.

Під час проведення дисперсійного аналізу підтверджували або спростовували «нульову гіпотезу». Для цього визначали значення коефіцієнта «р», який показував ймовірність відповідної гіпотези. У випадках коли р<0,05 «нульова гіпотеза» спростовувалась, а вплив чинника був достовірним.

**Результати досліджень.** У середньому за два роки проведених досліджень маса 1000 зерен пшениці м'якої озимої сорту КВС Еміл збільшувалась від 37,2 до 38,5 г залежно від системи удобрення (табл. 1). Застосування всіх видів добрив підвищувало її на 3 % порівняно з ділянками без добрив. Достовірної різниці між системами застосування добрив у польовій сівозміні не встановлено. Високий індекс стабільності (0,96–1,00) формування маси 1000 зерен за вирощування обох сортів свідчить про незначний вплив погодних умов вегетаційного періоду. Так, у 2020 р. цей показник збільшувався від 37,1 до 38,3 г, а в 2021 р. – від 37,2 до 39,1 г.

**Табл. 1. Маса 1000 зерен різностиглих сортів пшениці м'якої озимої залежно від системи удобрення, г**

Варіант досліджу (чинник А)	Рік проведення досліджень		Середнє	Індекс стабільності	
	2020	2021			
<b>Сорт КВС Еміл (чинник В)</b>					
Без добрив (контроль)	37,1	37,2	37,2	1,00	
N <sub>75</sub>	37,8	38,8	38,3	0,97	
N <sub>150</sub>	38,1	38,6	38,4	0,99	
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	37,5	39,1	38,3	0,96	
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	38,3	38,6	38,5	0,99	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	38,1	38,7	38,4	0,98	
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	37,9	38,8	38,4	0,98	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	38,3	38,4	38,4	1,00	
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	38,2	38,2	38,2	1,00	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	38,3	38,6	38,5	0,99	
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	38,3	38,7	38,5	0,99	
<b>Сорт Ріно</b>					
Без добрив (контроль)	42,5	43,9	43,2	0,97	
N <sub>75</sub>	42,9	44,3	43,6	0,97	
N <sub>150</sub>	43,9	45,6	44,8	0,96	
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	42,7	44,3	43,5	0,96	
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	44,1	45,9	45,0	0,96	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	44,0	45,4	44,7	0,97	
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	43,0	44,5	43,8	0,97	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	44,2	45,8	45,0	0,97	
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	44,0	45,7	44,9	0,96	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	44,1	45,8	45,0	0,96	
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	44,2	46,2	45,2	0,96	
HIP <sub>05</sub>	A	1,0	1,0	–	0,02
	B	0,8	0,9	–	0,02

У сорту Ріно маса 1000 зерен була істотно більшою порівняно з сортом КВС Еміл на 16–17 % (HIP<sub>05</sub> = 0,8–0,9). Застосування 75 кг/га д. р. азотних добрив збільшувало її від 43,2 г до 43,6–43,8 г або лише на 1 %, а за подвійної дози – до 44,8–45,2 г, або на 4–5 %. Ефективність застосування парної комбінації фосфорних і калійних добрив була вищою за вирощування сорту КВС Еміл.

Для пшениці дуже високою вважається маса 1000 зерен > 35 г, високою, якщо цей показник знаходиться в межах – 30–35, середньою – 27–30, низькою < 27 г [1]. Отже, маса 1000 зерен сортів пшениці м'якої озимої була дуже високою як у середньому, так і за роками проведення досліджень.

Натура зерна обох сортів пшениці м'якої озимої збільшувалась як у середньому, так і за роки проведення досліджень з індексом стабільності 0,98–1,00 (табл. 2).

**Табл. 2. Натура зерна різностиглих сортів пшениці м'якої озимої залежно від системи удобрення, г/л**

Варіант досліджу (чинник А)	Рік проведення досліджень		Середнє за два роки	Індекс стабільності	
	2020	2021			
<b>Сорт КВС Еміл (чинник В)</b>					
Без добрив (контроль)	769	772	771	1,00	
N <sub>75</sub>	775	782	779	0,99	
N <sub>150</sub>	783	790	787	0,99	
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	771	780	776	0,99	
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	786	792	789	0,99	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	784	790	787	0,99	
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	776	779	778	1,00	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	785	792	789	0,99	
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	784	791	788	0,99	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	783	791	787	0,99	
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	784	792	788	0,99	
<b>Сорт Ріно</b>					
Без добрив (контроль)	813	826	820	0,98	
N <sub>75</sub>	822	839	831	0,98	
N <sub>150</sub>	832	841	837	0,99	
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	815	829	822	0,98	
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	836	840	838	1,00	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	831	835	833	1,00	
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	823	838	831	0,98	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	833	840	837	0,99	
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	831	842	837	0,99	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	832	841	837	0,99	
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	834	842	838	0,99	
HIP <sub>05</sub>	A	20	19	–	0,02
	B	18	17	–	0,02

Так, у середньому за два роки проведення досліджень вона збільшувалась у сорту КВС Еміл від 771 до 779–789 г/л або на 1–2 % залежно від системи удобрення. Зерно сорту Ріно мало на 6 % більшу натуру зерна порівняно з сортом КВС Еміл. У середньому вона збільшувалась від 820 до 831–838 г/л за внесення добрив або лише на 1–2 %.

Відомо, що для пшениці натура зерна  $\geq 785$  г/л – дуже висока, 764–785 – висока, 725–764 – середня,  $\leq 724$  г/л – низька [1]. Отже, натура зерна пшениці м'якої озимої сорту КВС Еміл у 2020 р. була дуже високою за внесення

150 кг/га д. р. азотних добрив на фосфорно-калійному тлі та за азотно-калійної системи удобрення. У решти варіантах досліді вона була високою. У 2021 р. варіанти із застосуванням  $N_{150}$ ,  $N_{150}K_{80}$ ,  $N_{150}P_{60}$  і повним мінеральним добривом  $N_{150}P_{60}K_{80}$  забезпечували виробництво зерна з дуже високою натурою. Слід відзначити, що цей показник у сорту Ріно був дуже високим в усіх варіантах досліді. Відповідно до ДСТУ 3768:2019. Пшениця. Технічні умови. за натурою зерно пшениці м'якої озимої сорту Ріно, вирощене за два роки досліджень відповідало 1 класу якості за всіх систем удобрення. Зерно сорту КВС Еміл у варіантах без добрив і фосфорно-калійному тлі – 2 класу.

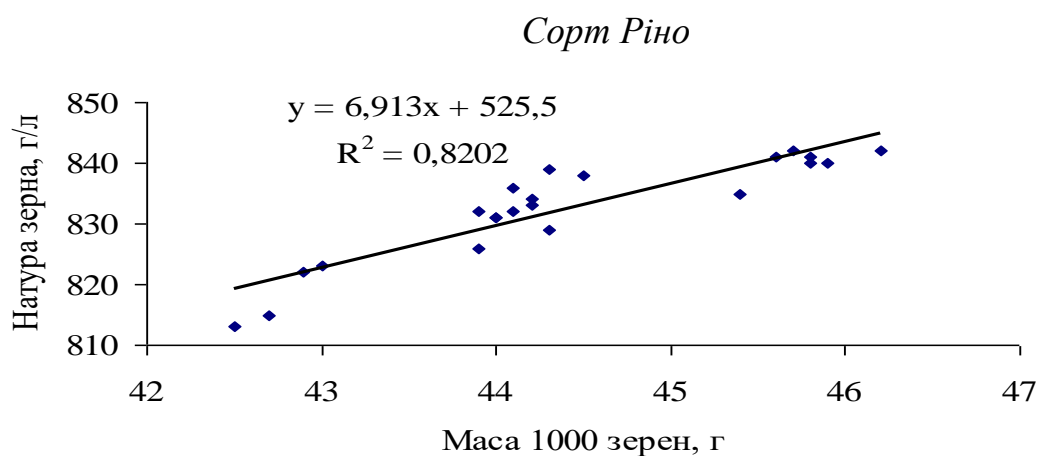
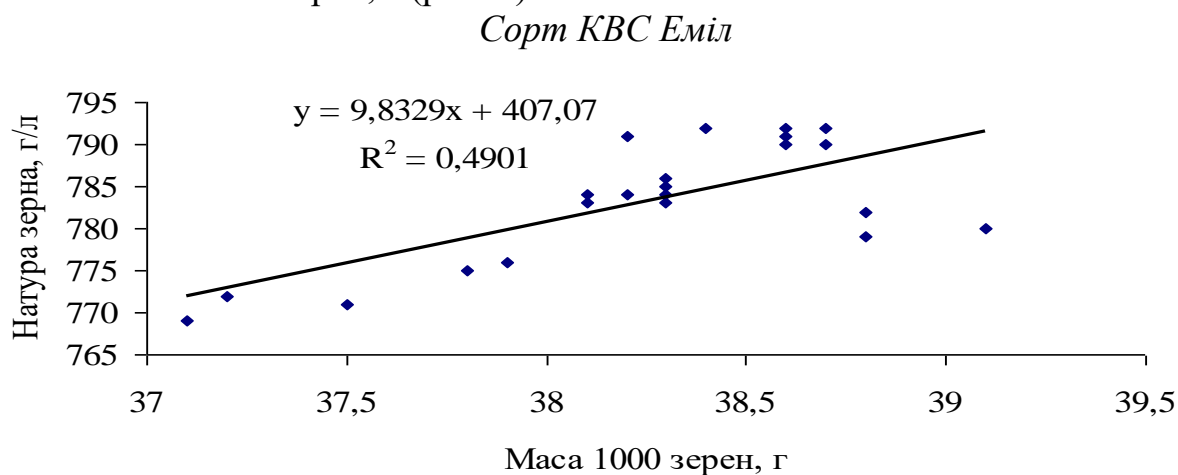
Результати проведених досліджень показали, що між масою 1000 зерен і натурою зерна існує певний зв'язок. Так, у сорту КВС Еміл у 2020 р. він був прямим дуже високим –  $r = 0,95$ , а в 2021 р. – прямим помірним –  $r = 0,37$ . У сорту Ріно він становив відповідно  $r = 0,97$  (дуже високий) і  $r = 0,78$  (високий). Це свідчить про вплив погодних умов і особливостей сорту на ці показники. У результаті отримано рівняння регресії цієї залежності:

$$y = 9,8329x + 407,07 \quad (R^2 = 0,49) \text{ для сорту КВС Еміл,}$$

$$y = 6,913x + 525,5 \quad (R^2 = 0,82) \text{ для сорту Ріно}$$

де  $y$  – натура зерна, г/л;

$x$  – маса 1000 зерен, г (рис. 1).



**Рис. 1. Кореляційна залежність між натурою зерна та масою 1000 зерен різностиглих сортів пшениці м'якої озимої**

Індекс твердості зерна, отриманий за результатами ближньої інфрачервоної спектроскопії, змінювався залежно від сорту та удобрення пшениці м'якої озимої за індексу стабільності 0,90–0,94 (табл. 3).

**Табл. 3. Індекс твердості зерна різностиглих сортів пшениці м'якої озимої залежно від системи удобрення, од. п.**

Варіант досліджу (чинник А)	Рік проведення досліджень		Середнє за два роки	Індекс стабільності	
	2020	2021			
<b>Сорт КВС Еміл (чинник В)</b>					
Без добрив (контроль)	42,6	38,7	40,7	0,91	
N <sub>75</sub>	48,6	44,4	46,5	0,91	
N <sub>150</sub>	51,7	47,5	49,6	0,92	
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	42,3	38,2	40,3	0,90	
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	51,5	47,3	49,4	0,92	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	51,7	47,4	49,6	0,92	
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	51,4	47,2	49,3	0,92	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	52,6	48,2	50,4	0,92	
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	51,5	47,4	49,5	0,92	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	51,8	47,9	49,9	0,92	
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	51,6	47,5	49,6	0,92	
<b>Сорт Ріно</b>					
Без добрив (контроль)	64,2	60,2	62,2	0,94	
N <sub>75</sub>	70,4	65,4	67,9	0,93	
N <sub>150</sub>	71,5	66,3	68,9	0,93	
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	65,6	60,4	63,0	0,92	
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	71,8	66,9	69,4	0,93	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	71,6	66,3	69,0	0,93	
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	70,7	65,8	68,3	0,93	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	71,8	66,5	69,2	0,93	
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	71,2	66,0	68,6	0,93	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	71,8	66,7	69,3	0,93	
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	71,9	66,8	69,4	0,93	
HIP <sub>05</sub>	A	1,5	1,2	–	0,02
	B	1,2	1,0	–	0,01

Встановлено, що в сорту КВС Еміл у середньому за два роки досліджень на нього найбільше впливала азотна складова повного мінерального добрива. Так, цей показник зростав від 40,7 од. п. до 46,5 або на 14 % за внесення N<sub>75</sub> і до 49,3–50,4 од. п., або на 21–24 % у варіантах застосування 150 кг/га д. р. азотних добрив. За фосфорно-калійної системи удобрення він майже не змінювався і становив 40,3 од. п.



У сорту Ріно твердість зерна була в 1,4–1,5 раза вищою порівняно з сортом КВС Еміл залежно від варіанту досліду. Так, вона зростала від 62,2 од. п. у варіанті без добрив до 67,9–69,2 од. п. або на 9–11 % залежно від системи удобрення. Із систем удобрення найменше впливало застосування  $P_{60}K_{80}$ .

Індекс твердості зерна змінювався залежно від погодних умов року дослідження з достовірним впливом азотної складової системи удобрення і сорту. Так, у 2020 р. в сорту КВС Еміл він становив 42,6–52,6 од. п., а в 2021 р. – 38,7–48,2 од. п. залежно від варіанту досліду. У сорту Ріно відповідно 64,2–71,8 і 60,2–66,8 од. п.

Відомо, що за індексу твердості  $\geq 60$  од. п. зерно відноситься до твердозерного типу, 54–60 – середньотвердозерного,  $\leq 54$  од. п. – м'якозерного типу [1]. Отже, за цим показником зерно пшениці м'якої озимої сорту КВС Еміл було м'якозерного типу, а сорту Ріно – твердозерного в усі роки проведення досліджень.

Найбільше на вміст білка впливало застосування азотних добрив (табл. 4). Внесення  $N_{75}$  підвищувало його вміст до 12,3 % або на 5 %, а  $N_{150}$  – до 13,3 %, або на 14 % порівняно з варіантом без добрив (11,7 %). Застосування повного мінерального добрива ( $N_{75}P_{30}K_{40}$ ) забезпечувало підвищення цього показника на 8 % і на 17 % ( $N_{150}P_{60}K_{80}$ ). Варіанти досліду з неповним поверненням винесеного з урожаєм фосфору і калію істотно не знижували вмісту білка в зерні пшениці озимої сорту КВС Еміл.

Вміст білка в зерні пшениці м'якої озимої сорту Ріно був на 20–23 % вищим порівняно з сортом КВС Еміл. Внесення 75 кг/га д. р. азотних добрив підвищувало вміст білка до 15,4 % або на 7 %, а 150 кг/га д. р. – до 15,9 %, або на 10 % порівняно з варіантом без добрив. Застосування фосфорних і калійних добрив на тлі азотних підвищувало вміст білка на 0,2–0,5 абс. %. Слід відзначити, що індекс стабільності формування вмісту білка був високим за вирощування обох сортів – 0,94–0,97.

За більшої кількості опадів у 2021 р. у період досягання зерна (68,2 мм) порівняно з 2020 р. (49,7 мм) у зерні обох сортів пшениці м'якої озимої формувалася нижчий вміст білка.

Для пшениці дуже високим вважається вміст білка  $> 18$  %, високим – в межах 16–18, середнім – 14–16, низьким – 12–14 і дуже низьким  $< 12$  % [1]. Отже, в зерні пшениці м'якої озимої сорту КВС Еміл вміст білка був дуже низьким за вирощування на неудобрених ділянках, а в решти варіантах досліду – низький. У зерні сорту Ріно, вирощеного в 2020 р. у варіантах без добрив,  $N_{75}$  і  $P_{60}K_{80}$  він був середній, а в решти варіантах – високим. У зерні 2021 р. вміст білка був середній.

Індекс твердості зерна пшениці м'якої озимої прямо пропорційно залежав від вмісту білка в зерні. Так, між ними у 2020–2021 рр. встановлено дуже високий кореляційний зв'язок (відповідно  $r = 0,91$  і  $r = 0,94$ ).

**Табл. 4. Вміст білка в зерні різностиглих сортів пшениці м'якої озимої та її стабільність залежно від систем удобрення**

Варіант досліджу (чинник А)	Рік дослідження		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2020	2021		
<b>Сорт КВС Еміл (чинник В)</b>				
Без добрив (контроль)	11,9	11,4	11,7	0,96
N <sub>75</sub>	12,6	12,0	12,3	0,95
N <sub>150</sub>	13,5	13,1	13,3	0,97
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	11,8	11,3	11,6	0,96
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	13,7	13,3	13,5	0,97
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	13,8	13,3	13,6	0,96
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	12,7	12,5	12,6	0,98
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	13,9	13,4	13,7	0,96
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	13,8	13,2	13,5	0,96
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	13,9	13,4	13,7	0,96
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	13,8	13,3	13,6	0,96
<b>Сорт Ріно</b>				
Без добрив (контроль)	14,6	14,1	14,4	0,97
N <sub>75</sub>	15,8	15,0	15,4	0,95
N <sub>150</sub>	16,3	15,5	15,9	0,95
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	14,9	14,1	14,5	0,95
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	16,5	15,6	16,1	0,95
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	16,4	15,7	16,1	0,96
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	16,0	15,2	15,6	0,95
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	16,8	16,0	16,4	0,95
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	16,3	15,5	15,9	0,95
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	16,8	16,0	16,4	0,95
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	16,8	15,8	16,3	0,94
<i>НІР<sub>05</sub> за чинниками</i>	<i>A</i>	<i>0,3</i>	<i>0,2</i>	–
	<i>B</i>	<i>0,5</i>	<i>0,4</i>	–
	<i>AB</i>	<i>0,8</i>	<i>0,7</i>	–

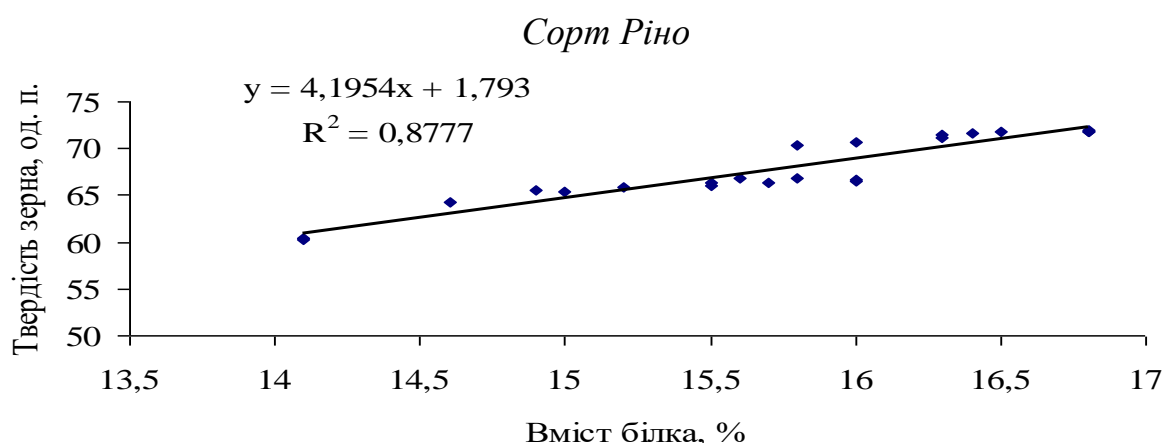
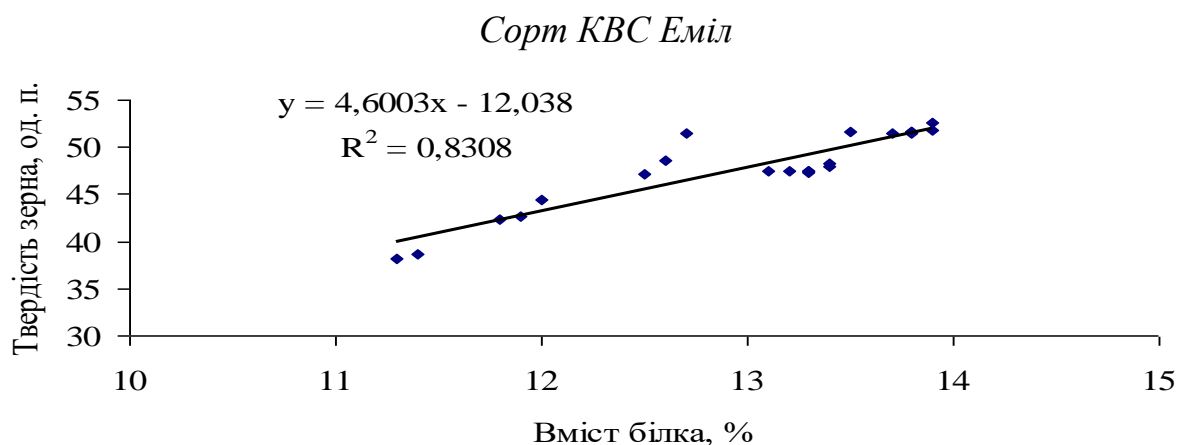
У сорту Ріно він також був дуже високим і становив відповідно  $r = 0,96$  і  $r = 0,95$ . У результаті отримано рівняння регресії цієї залежності з високим коефіцієнтом апроксимації

$$y = 4,6003x - 12,038 \quad (R^2 = 0,83) \text{ для сорту КВС Еміл,}$$

$$y = 4,1954x - 1,793 \quad (R^2 = 0,88) \text{ для сорту Ріно}$$

де  $y$  – твердість зерна, од. п.;

$x$  – вміст білка, % (рис. 2).



**Рис. 2. Кореляційна залежність між твердістю зерна та вмістом білка в ньому різностиглих сортів пшениці м'якої озимої**

**Висновки.** Фізико-хімічні властивості зерна змінюються залежно від системи удобрення, сорту та погодних умов вегетаційного періоду. Зерно сорту Ріно має вищі показники фізико-хімічних властивостей. Так, маса 1000 зерен зростає від 43,2 до 43,6–45,2 г, натура зерна – від 820 до 831–838 г/л, вміст білка – від 14,4 до 15,4–16,4 % залежно від системи удобрення, тип твердості – твердозерний. У сорту КВС Еміл маса 1000 зерен зростає від 37,2 до 38,3–38,5 г, натура зерна – від 771 до 779–789 г/л, вміст білка – від 11,7 до 12,3–13,7 % залежно від системи удобрення, тип твердості – м'якозерний.

### Література

1. Пшениця спельта. Г. М. Господаренко, П. В. Костогриз, В. В. Любич, Ф. М. Парій, С. П. Полторецький, І. О. Полянецька, Л. О. Рябовол, Я. С. Рябовол, О. Г. Сухомуд. За заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2016. 312 с.
2. Господаренко Г. М. Удобрення озимої пшениці. *Агробізнес сьогодні*. 2010. №19–20. С. 26–29.
3. Господаренко Г. М., Любич В. В., Железна В. В., Полянецька І. О. Амінокислотний склад зерна пшениці озимої залежно від сорту. *Вісник*

Уманського НУС. 2021. №1. С. 60–65.

4. Любич В. В., Железна В. В. Хлібопекарські властивості зерна пшениці спельти залежно від удобрення і тривалості зберігання. *Агробіологія*. 2021. №2. С. 75–84.

5. Сіліфонов Т. В., Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В. Урожайність і якість зерна різностиглих сортів пшениці м'якої озимої за різних систем удобрення в сівозміні. *Агробіологія*. 2021. №2. С. 65–72.

6. Господаренко Г. М., Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна тритикале ярого за різних норм і строків внесення азотних добрив. *Вісник Полтавської ДАУ*. 2010. № 1. С.6–9.

7. Moreira-Ascarrunz S. D. Larsson H. Prieto-Linde M. L. Johansson E. Mineral nutritional yield and nutrient density of locally adapted wheat genotypes under organic production. *Foods*. 2016. Vol. 5. P. 255–261.

8. Иванова Т. И., Егорова Т. К., Кожемякова Р. Н. Влияние возрастающих доз азотных, фосфорных и калийных удобрений и их разных сочетаний на продуктивность культур в севообороте, качество урожая и плодородие почвы. *Результаты исследований в длительных опытах с удобрениями по зонам страны*. 1982. Вып. 12. С. 123–129.

9. Кононюк Л. М., Натальчук Т. А. Особливості сортової реакції пшениці озимої на технологічні прийоми вирощування в Північному Лісостепу. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2011. №3–4. С. 55 –63.

10. Никульников И. М., Боронтов О. К., Ситникова В. В., Полухин В. Е. Продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от агротехники в зерно-свекловичном севообороте. *Зерновые культуры*. 1998. №1. С. 9–10.

11. Господаренко Г. М., Рябовол Я. С., Черно О. Д., Любич В. В., Крижанівський В. Г. Ріст і розвиток пшениці озимої у веснянолітній період вегетації залежно від умов мінерального живлення в Правобережному Лісостепу України. *Вісник Уманського НУС*. Умань, 2020. № 2. С. 3–8.

12. Ruibal-Mendieta N. L., Delacroix D. L., M. P. Mignolet, Marques C., Rozenberg R., Petitjean G., Habib-Jiwan J. L., Meurens M., Qeentin-Leclerc J., Delzenne N. M., Larondelle Y. Spelt (*Triticum aestivum* ssp. spelta) as a source of breadmaking flours and bran naturally en-riched in oleic acid and minerals but not phytic acid. *J. Agric. Food Chem.* 2005. Vol. 53. P. 2751–2759.

13. Бараболя О. В. Вплив мінеральних добрив та норм висіву насіння на врожайність і якість зерна пшениці твердої ярої. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2007. №6. С. 96–102.

14. Пархуць І. М. Урожайність та якість пшениці озимої залежно від удобрення на дерново-підзолистих поверхнево оглєсєних ґрунтах передкарпаття. *Вісник аграрної науки*. 2006. Вип. 3. С. 11–16.

15. Simurina O., Dozet J., Vukobratovic R. Potenzijal domace pšenice roda 1997 codine u namenskoj preradi. *Zito-hleb*. 1997. №6. P. 189–195.

16. Любич В. В. Сучасні досягнення круп'яного виробництва. *Вісник Уманського НУС*. 2021. №1. С. 78–82.

17. Иванова Т. И., Цыгуткин А. С., Костина Л. П. Изучение влияния удобрений на физические свойства зерна озимой пшеницы на основе постановки опыта по неполной факториальной схеме. *Агротехника*. 1999. №4. С. 56–60.
18. Graybosch R. A., Peterson C. J., Shelton D. R., Baenziger P. S. Genotypic and environmental modification of wheat flour protein composition in relation to end-use quality. *Crop Sc.* 1996. Vol. 36. № 2. P. 296–300.
19. Weegels P. L., Orsel R., Cereal J. Functional properties of low Mr. Wheat properties. Effects on dough properties. *Sci.* 1995. Vol. 21. №2. P. 117–126.
20. Omar A.M., Mahamed A.A.E., Sharsher M.S.A., Walaa A.A. 2014. Performance of some bread wheat genotypes under water regime and sowing methods. *J. Agric. Res. Kafrelsheikh Univ.* 2014. Vol. 40 (2). P. 327–341.
21. Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 95. С. 146–161.
22. Mohammadi-joo S., Mirasi A., Saeidi-aboeshaghi R., Amiri M. 2015. Evaluation of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes based on resistance indices under field conditions. *Int. J. Bio. Sci.* 2015 Vol. 6 (2). P. 331–337.
23. Любич В. В. Ознаки якості хліба різного борошна сортів і ліній пшениць. *Збірник Уманського НУС*. Умань. 2018. Вип. 92. С. 64–76.
24. Любич В. В. Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2016. Вип. 89. С. 199–206.
25. Akparov Z.I., Rustamov Kh.N., Jahangirov A.A., Hamidov H.N., Babayeva S.M., Abbasov M.A. Study of aborigine and breeding varieties of durum wheat (*T. durum* Desf.) of Azerbaijan. *Journal of Qafqaz University*. 2015. Vol. 3(2). P. 120–124.
26. Dolijanović Ž., Kovačević D., Oljača S. Effect of Fertilizers on the Yield of Alternative Small Grains. *Contemporary Agriculture*. 2017. Vol. 5. P. 15–21.
27. Стрельникова М. М. Повышение качества зерна пшеницы. Київ: Урожай, 1971. 180 с.
28. Любич В. В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Полтавської ДАА*. 2017. №3. С. 18–24.
29. Иванова Т. И., Кожемякова Р. Н. Влияние погодных условий и удобрений на содержание белка в зерне озимой пшеницы и его аминокислотный состав в условиях нечерноземной зоны. *Агротехника*. 1985. № 2. С. 37–46.

## References

1. Hospodarenko, H. M., Kostogryz, V. P., Liubych, V. V. (2016). *Wheat spelt*. Kyiv: Sik group Ukraine. (in Ukrainian).
2. Hospodarenko, H. M. (2010). Fertilization of winter wheat. *Agribusiness today*, 2010, no. 19–20, pp. 26–29. (in Ukrainian).

3. Hospodarenko, H. M., Lyubich, V. V., Zhelezna, V. V., Polyanetskaya, I. O. (2021). Amino acid composition of winter wheat grain depending on the variety. *Bulletin of Uman NUS*, 2021, no. 1, pp. 60–65. (in Ukrainian).
4. Lyubich, V. V., Zhelezna, V. V. (2021). Baking properties of spelled wheat grain depending on fertilizer and duration of storage. *Agrobiology*, 2021, no. 2, pp. 75–84. (in Ukrainian).
5. Silifonov, T. V., Hospodarenko, H. M., Lyubich, V. V., Polyanetskaya, I. O., Novikov, V. V. (2021). Yield and grain quality of different varieties of soft winter wheat under different fertilizer systems in crop rotation. *Agrobiology*, 2021, no. 2, pp. 65–72. (in Ukrainian).
6. Hospodarenko, H. M., Lyubich, V. V. (2010). Baking properties of spring triticale grain at different rates and terms of nitrogen fertilizers. *Bulletin of Poltava State Agrarian University*, 2010, no. 1, pp. 6–9. (in Ukrainian).
7. Moreira-Ascarrunz, S. D. Larsson, H. Prieto-Linde, M. L. Johansson, E. (2016). Mineral Nutritional Yield and Nutrient Density of Locally Adapted Wheat Genotypes under Organic Production. *Foods*, 2016, no. 5, pp. 255–261.
8. Ivanova, T. I., Egorova, T. K., Kozhemyakova, R. N. (1982). Influence of increasing doses of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers and their different combinations on crop productivity in crop rotation, crop quality and soil fertility. *Research results in long-term experiments with fertilizers in the zones of the country*, 1982, no. 12, pp. 123–129. (in Russian).
9. Kononyuk, L. M., Natalchuk, T. A. (2011). Features of varietal reaction of winter wheat to technological methods of cultivation in the Northern Forest-Steppe. *Zb. sciences. ave. NSC "Institute of Agriculture of the NAAS"*, 2011, no. 3–4, pp. 55–63. (in Ukrainian).
10. Nikulnikov, I. M., Borontov, O. K., Sitnikova, V. V., Polukhin, V. E. (1998). Productivity and quality of winter wheat grain depending on agricultural technology in grain-beet crop rotation. *Cereals*, 1998, no. 1, pp. 9–10. (in Russian).
11. Hospodarenko, H. M., Ryabovol, Ya. S., Chernov, O. D., Lyubich, V. V., Krizhanivskiy, V. G. (2020). Growth and development of winter wheat in the spring-autumn period of vegetation is fallen from the minds of mineral living in the Right-Bank Listep of Ukraine. *Visnik of Umansky NUS*, 2020, no. 2, pp. 3–8. (in Ukrainian).
12. Ruibal-Mendieta, N. L., Delacroix, D. L., Mignolet, M. P., Marques, C., Rozenberg, R., Petitjean, G., Habib-Jiwan, J. L., Meurens, M., Qeentin-Leclercq, J., Delzenne, N. M., Larondelle, Y. (2005). Spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) as a source of breadmaking flours and bran naturally en-riched in oleic acid and minerals but not phytic acid. *J. Agric. Food Chem*, 2005, no. 53, pp. 2751–2759.
13. Barabolya, O. V. (2007). Influence of mineral fertilizers and seed sowing rates on yield and quality of durum wheat grain. *Variety research and protection of plant variety rights*, 2007, no. 6, pp. 96–102. (in Ukrainian).
14. Parkhuts, I. M. (2006). Yield and quality of winter wheat depending on fertilizer on sod-podzolic surface gleyed soils of the Precarpathians. *Bulletin of Agricultural Science*, 2006, no. 3, pp. 11–16. (in Ukrainian).

15. Simurina, O., Dozet, J., Vukobratovic, R. (1997). Potenzijal domace pšenice roda 1997 codine u namenskoj preradi. *Zito-hleb.*, 1997, no. 6, pp. 189–195.
16. Lyubich, V. V. (2021). Modern achievements of cereal production. *Bulletin of Uman NUS*, 2021, no. 1, pp. 78–82. (in Ukrainian).
17. Ivanova, T. I., Tsygutkin, A. S., Kostina, L. P. (1999). Study of the effect of fertilizers on the physical properties of winter wheat grain on the basis of an experiment on an incomplete factorial scheme. *Agrochemistry*, 1999, no. 4, pp. 56–60. (in Russian).
18. Graybosch, R. A., Peterson, C. J., Shelton, D. R., Baenziger, P. S. (1996). Genotypic and environmental modification of wheat flour protein composition in relation to end-use quality. *Crop Sc.*, 1996, no. 36(2), pp. 296–300.
19. Weegels, P. L., Orsel, R., Cereal, J. (1995). Functional properties of low Mr. Wheat properties. Effects on dough properties. *Sci.*, 1995, no. 21, pp. 117–126.
20. Omar, A. M., Mahamed, A. A. E., Sharsher, M. S .A., Walaa, A. A. (2014). Performance of some bread wheat genotypes under water regime and sowing methods. *J. Agric. Res. Kaferelsheikh Univ.*, 2014, no. 40 (2), pp. 327–341.
21. Liubych, V. V. (2017). Productivity of varieties and lines of wheat depending on abiotic and biotic factors. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, 2017, no. 95, pp. 146–161. (in Ukrainian).
22. Mohammadi-joo S., Mirasi A., Saeidi-aboeshaghi R., Amiri M. 2015. Evaluation of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes based on resistance indices under field conditions. *Int. J. Bio. Sci.*, 2015, vol. 6 (2), pp. 331–337.
23. Liubych, V. V. (2018). Quality features of bread made of different flour of wheat varieties and strains. *Collected Works of Uman National University of Horticulture*, 2018, no. 92, pp. 64–76. (in Ukrainian).
24. Liubych, V. V. (2016). Biological value of spelt wheat protein depending on the origin of the variety and strain. *Bulletin of Uman NUH*, 2016, no. 89, pp. 199–206. (in Ukrainian).
25. Akparov, Z. I., Rustamov, Kh. N., Jahangirov, A. A., Hamidov, H. N., Babayeva, S. M., Abbasov, M. A. (2015). Study of aborigine and breeding varieties of durum wheat (*T. durum* Desf.) of Azerbaijan. *Journal of Qafqaz University*, 2015, no. 3(2), pp. 120–124. (in Russian).
26. Dolijanović, Ž., Kovačević, D., Oljača, S. (2017). Effect of Fertilizers on the Yield of Alternative Small Grains. *Contemporary Agriculture*, 2017, no. 5, pp. 15–21.
27. Strelnikova, M. M. (1971). Improving the quality of wheat grain. Kyiv: Urozhay, 1971. 180 p. (in Russian).
28. Liubych, V. V. (2017). The influence of abiotic and biotic factors on the productivity of varieties and spelled wheat lines. *Bulletin of Poltava SAA*, 2017, no. 3, pp. 18–24. (in Ukrainian).
29. Ivanova, T. I., Kozhemyakova, R. N. (1985). Influence of weather conditions and fertilizers on the protein content of winter wheat grain and its amino acid composition in the non-chernozem zone. *Agrochemistry*, 1985, no. 2, pp. 37–46. (in Russian).

## Аннотация

**Силифонов Т. В., Господаренко Г. Н., Полторецкий С. П., Любич В. В., Притуляк Р. Н., Полянецкая И. О.**

**Физико-химические свойства зерна разноспелых сортов пшеницы мягкой озимой при различных системах удобрения**

**Цель.** Определить формирование физико-химических свойств зерна разноспелых сортов пшеницы мягкой озимой при различных системах удобрения в полевой севообороте.

**Методы.** Лабораторные, математико-статистические, физико-химические.

**Результаты.** В статье приведено формирование физико-химических свойств (масса 1000 зерен, натура зерна, индекс твердости, содержание белка) зерна разноспелых сортов пшеницы мягкой озимой при различных системах удобрения в полевой севообороте. В среднем за два года проведенных исследований масса 1000 зерен пшеницы мягкой озимой сорта КВС Эмил увеличивалась от 37,2 до 38,5 г в зависимости от системы удобрения. Применение всех видов удобрений повышало ее на 3 % по сравнению с участками без удобрений.

Достоверная разница между системами применения удобрений в полевой севообороте не установлена. Высокий индекс стабильности (0,96–1,00) формирования массы 1000 зерен при выращивании обоих сортов свидетельствует о незначительном влиянии погодных условий на вегетационный период. Так, в 2020 г. этот показатель увеличивался от 37,1 до 38,3 г, а в 2021 г. – от 37,2 до 39,1 г. У сорта Рино масса 1000 зерен была существенно больше по сравнению с сортом КВС Эмил на 16–17 %. Применение 75 кг/га д. в. азотных удобрений увеличивало его от 43,2 г до 43,6–43,8 г или только на 1 %, а при двойной дозе – до 44,8–45,2 г, или на 4–5 %.

Эффективность применения фосфорно-калийных удобрений была выше выращивания сорта КВС Эмил, а у сорта Рино ниже. Натура зерна обоих сортов мягкой озимой пшеницы увеличивалась как в среднем, так и за годы проведения исследований с индексом стабильности 0,98–1,00. Так, в среднем за два года проведения исследований она увеличивалась у сорта КВС Эмил от 771 до 779–789 г/л или на 1–2 % в зависимости от системы удобрения. Зерно сорта Рино имело на 6 % большую натуру зерна по сравнению с сортом КВС Эмил. В среднем она увеличивалась от 820 до 831–838 г/л за внесение удобрений или всего на 1–2 %.

**Выводы.** Установлено, что физико-химические свойства зерна изменяются в зависимости от удобрения, сорта и погодных условий вегетационного периода. Зерно сорта Рино имеет более высокие показатели физико-химических свойств. Так, масса 1000 зерен растет от 43,2 до 43,6–45,2 г, натура зерна – от 820 до 831–838 г/л, содержание белка – от 14,4 до 15,4–16,4 % в зависимости от системы удобрения, тип твердости – твердозерный. У сорта КВС Эмил масса 1000 зерен увеличивается от 37,2 до 38,3–38,5 г, натура зерна – от 771 до 779–789 г/л, содержание белка – от 11,7 до 12,3–13,7 % в зависимости от системы удобрения, тип твердости – мягкозерный.

**Ключевые слова:** пшеница мягкая озимая, системы удобрения, физико-химические свойства, сорт, масса 1000 зерен, содержание белка



## Annotation

*Silifonov T. V., Hospodarenko H. M., Poltoretskyi S. P., Liubych V. V., Prytuliak R. M., Polianetska I. O.*

### *Physico-chemical properties of grain of different ripening soft winter wheat varieties under different fertilizer systems*

**Aims.** To determine the formation of physico-chemical properties of different ripening varieties of soft winter wheat grain under different fertilizer systems in a field crop rotation.

**Methods.** Laboratory, mathematical and statistical, physicochemical.

**Results.** The article presents the formation of physico-chemical properties (thousand grain weight, grain unit, hardness index, protein content) of different ripening varieties of soft winter wheat grain under different fertilizer systems in the field crop rotation. On average, over two years of research, thousand grain weight of KWS Emil soft winter wheat increased from 37.2 to 38.5 g, depending on the fertilizer system. The use of all types of fertilizers increased it by 3 % compared to areas without fertilizers. There is no significant difference between fertilizer application systems in the field crop rotation. The high stability index (0.96–1.00) of thousand grain weight formation under growing both varieties indicates a slight influence of weather conditions of the growing season. Thus, in 2020 this figure increased from 37.1 to 38.3 g, and in 2021 – from 37.2 to 39.1 g. In Rino variety, thousand grain weight was significantly higher than in KWS Emil variety by 16–17 %. The application of 75 kg/ha of nitrogen fertilizers increased it from 43.2 g to 43.6–43.8 g or only by 1 %, and at a double dose – to 44.8–45.2 g, or by 4–5 %. The efficiency of phosphorus-potassium fertilizers was higher than the cultivation of KWS Emil, and lower in Rino. The grain unit of both soft winter wheat varieties increased both on average and over the years of research with a stability index of 0.98–1.00. Thus, on average over two years of research, it increased in KWS Emil variety from 771 to 779–789 g/l or 1–2 % depending on the fertilizer system. Rino grain had 6% more grain unit compared to KWS Emil. On average, it increased from 820 to 831–838 g/l per fertilizer application or only by 1–2 %.

**Conclusions.** It is established that the physico-chemical properties of grain change depending on the fertilizer system, variety and weather conditions of the growing season. Rino grain has higher physico-chemical properties. Thus, thousand grain weight increases from 43.2 to 43.6–45.2 g, grain unit – from 820 to 831–838 g/l, protein content – from 14.4 to 15.4–16.4 %, depending on the fertilizer system, hardness type – hard-grained. In KWS Emil variety, thousand grain weight increases from 37.2 to 38.3–38.5 g, grain unit – from 771 to 779–789 g/l, protein content – from 11.7 to 12.3–13.7 % depending on the fertilizer system, hardness type – soft-grained.

**Key words:** soft winter wheat, fertilizer systems, physicochemical properties, variety, weight of 1000 grains, protein content