

УДК 665.939.4:633.11

DOI: 10.31395/2310-0478-2020-2-78-82



**Г. М. Господаренко,**  
доктор с.-г. наук, професор кафедри агрохімії і ґрунтознавства,  
Уманський національний університет садівництва  
(м. Умань), Україна  
E-mail: [Hospodarenko@gmail.com](mailto:Hospodarenko@gmail.com)



**В. В. Любич,**  
доктор с.-г. наук,  
професор кафедри технології зберігання і переробки зерна,  
Уманський національний університет садівництва  
(м. Умань), Україна  
E-mail: [LyubichV@gmail.com](mailto:LyubichV@gmail.com)



**В. В. Железна,**  
кандидат с.-г. наук,  
ст. викладач кафедри технології зберігання і переробки зерна,  
Уманський національний університет садівництва  
(м. Умань), Україна  
E-mail: [valieria.voziian07@gmail.com](mailto:valieria.voziian07@gmail.com)

## ВМІСТ АМІНОКИСЛОТ У ЗЕРНІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ

Проаналізовано вміст амінокислот у зерні пшениці м'якої залежно від сорту. Встановлено, що вміст лізину, лейцину, фенілаланіну, тирозину, цистину найбільше змінюється від особливостей сорту. Загальна маса амінокислот у зерні змінюється від 14,01 до 17,46 % залежно від сорту пшениці м'якої. Частка незамінних амінокислот становить 27–29 % від їхньої загальної маси. Проте вміст суми незамінних амінокислот у зерні істотно змінюється залежно від сорту та лінії – від 3,81 до 5,10 %. Встановлено, що найбільший вміст серед есенційних амінокислот фенілаланіну (0,55 %), лізину (0,51 %) та лейцину (0,47 %) у зерні пшениці м'якої сорту Панонікус (st). Найменший вміст метіоніну (0,1 %). Решта амінокислот становила від 0,39 до 0,46 %. Серед замінних амінокислот найбільшим був вміст глютаміну (3,54 %) і проліну (1,11 %), а найменше цистину (0,1 %). Коефіцієнт варіювання вибірок за роками досліджень був невеликий для амінокислот – серин, глютамін, гліцин та аргінін, середній – гістидин, аспаргін та метіонін, а для решти амінокислот – великий. Очевидно, що вміст амінокислот також значно змінюється залежно від погодних умов вегетаційного періоду пшениці озимої.

Вміст незамінних амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Кулундинка змінювався від 0,16 до 0,95 %. Найбільшим був вміст треоніну (0,78 %) та лейцину (0,95 %), найменшим метіоніну – 0,16 %. Вміст решти незамінних амінокислот змінювався від 0,50 до 0,74 %. Вміст замінних амінокислот змінювався в межах 0,22–4,03 %. Найбільше містилось проліну (1,67 %) та глютаміну (4,03 %). Вміст решти замінних амінокислот був від 0,80 до 1,12 %.

Встановлено, що вміст основних амінокислот у зерні пшениці м'якої лінії P 7 змінювався від 0,09 до 3,92 %. За вмістом незамінних амінокислот переважають треонін, лізин, валін і лейцин (0,54–0,78 %). Серед незамінних – пролін, аспаргін і глютамін (1,07–3,92 %). Найменший вміст серед незамінних амінокислот був метіоніну (0,09 %), серед незамінних – цистину (0,27 %).

Зерно сорту пшениці м'якої Кулундинка та лінії P 7, отриманої гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., має найбільший вміст незамінних амінокислот. Їх рекомендується використовувати у селекційних програмах для створення сортів пшениці м'якої озимої.

**Ключові слова:** пшениця м'яка, незамінні амінокислоти, замінні амінокислоти, сорт, зерно.

### **H. M. Hospodarenko,**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agricultural Chemistry and Soil Science,  
Uman National Horticulture University (Uman), Ukraine

### **V. V. Liubych,**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Technology of Storage  
and Processing of Grain of the Uman National University of Horticulture (Uman), Ukraine

### **V. V. Zheliezna,**

PhD of Agricultural Sciences, Senior Teacher of the Department of Technology of Storage and Processing of Grain of the Uman  
National University of Horticulture (Uman), Ukraine

### **CONTENT OF AMINO ACIDS IN WINTER WHEAT GRAIN DEPENDING ON THE VARIETY**

The amino acid content of soft wheat grain was analyzed depending on the variety. It was found that the content of lysine, leucine, phenylalanine, tyrosine and cystine varies the most from the weather conditions of growing season. The total weight of amino acids varies from 14,01 to 17,46 % of grain depending on the variety of soft wheat. The share of indispensable amino acids is 27–29 % of their total mass. However, the sum content of indispensable amino acids varies significantly

depending on the variety and line – from 3,81 to 5,10 %. The highest content of phenylalanine (0.55 %), lysine (0.51 %) and leucine (0.47 %) in the grain of soft wheat Panonicus (st) variety was found. The lowest methionine content is 0.1 %. The remaining amino acids ranged from 0,39 to 0,46 %. Among the dispensable amino acids, there is the highest content of glutamine (3,54 %) and proline (1.11 %), and the lowest content of cystine (0.1 %). The variation coefficient of the samples over the years of research was average for the amino acids serine, glutamine, glycine and arginine – low, histidine, asparagine and methionine – medium, and for the rest - high. It is obvious that the content of amino acids also varies significantly depending on the weather conditions of the growing season of winter wheat.

The content of indispensable amino acids in the grain of Kulundinka soft wheat varied from 0.16 to 0.95 %. The content of threonine (0,78 %) and leucine (0,95 %) was the highest, the content of methionine was the lowest – 0.16 %. The content of other indispensable amino acids ranged from 0,50 to 0,74 %. The content of dispensable amino acids ranged 0,22–4,03 %. The highest content was of proline (1,67 %) and glutamine (4,03 %). The content of other dispensable amino acids varied from 0,80 до 1,12 %.

It was found that the content of basic amino acids in wheat grain of P 7 soft line varied from 0,09 to 3,92 %. Thus, the content of indispensable amino acids is dominated by threonine, lysine, valine and leucine (0,54–0,78 %). Among the indispensable are proline, asparagine, and glutamine (1,07–3,92 %). The lowest content among indispensable amino acids was characterized by methionine (0.09 %), among dispensable – cystine (0,27 %).

The grain of Kulundinka wheat variety and P 7 line obtained by hybridization of *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. has the highest number of indispensable amino acids, which are recommended to be used to obtain high-quality grain.

**Key words:** soft wheat, indispensable amino acids, dispensable amino acids, variety, grain.

**Постановка проблеми.** Якість зерна визначається вмістом білка, клейковини, крохмалю, жиру, незамінних амінокислот, вітамінів, мінеральних елементів і тісно пов'язана з такими ознаками: продуктивність, тривалість вегетаційного періоду, стійкість до хвороб і шкідників [1, 2].

Озима пшениця – найважливіша зернова злакова культура. В Україні вона є основною продовольчою культурою, площа посівів якої в 2020 р. становила 6,3 млн га, на її частку припадало 25,5 млн т валового збору зерна [3]. Пшениця озима дозволяє вирішити питання продовольчого забезпечення населення. Її цінність полягає в тому, що зерно відрізняється високим вмістом вуглеводів (до 80 %) з вмістом білка 14–17 %. Зерно використовується в хлібопекарській, макаронній, кондитерській промисловості, тобто у продуктах, що споживаються людиною щоденно [4, 5].

Якість зерна пшениці є однією з найскладніших генетично обумовлених селекційних ознак, які досліджують учені багатьох країн світу. Амінокислотний склад білків має чітко виражену специфічність. Це пояснюють їх функціональним навантаженням і тим, що вони є джерелом азоту під час проростання зернівок. Високий вміст таких амінокислот як глутамін і пролін, зумовлений їх участю у важливих метаболічних процесах рослин. Запасні білки функціонально неактивні і містять менше незамінних амінокислот [6–8].

**Аналіз останніх досліджень.** Вміст білка й амінокислот – одна з найважливіших характеристик біологічної цінності зерна. Амінокислотний склад є біохімічним критерієм біологічної цінності кормів і харчових продуктів за сумарним вмістом незамінних амінокислот [9]. Амінокислоти є структурними одиницями білкових молекул, що беруть участь у всіх процесах, які відбуваються в організмі людини і тварини. Без білків неможливе життя, ріст і розвиток організму. Білки виконують спеціальні функції у клітині: ферментативні, будівельні, регуляторні та ін. Зменшення частки білка в раціоні викликає порушення вироблення ферментів і засвоєння найважливіших поживних речовин [10, 11].

У глобальному масштабі близько 70 % потреби людства в білках покривається завдяки зерну або опосередковано згодовуванням його тваринам для виробництва м'яса. Отже, запасні білки рослин є основою харчування [12].

Відомо [13, 14], що вміст амінокислот залежить від видових і сортових особливостей, а також від чинників навколишнього природного середовища. Вони сприяють накопиченню окремих фракцій білкових речовин і визначають кількість та якість сформованого білка. Дослідження вчених [15, 16] свідчить, що сорт – основа сільськогосподарського виробництва зерна. Висока реакція на складові агротехнології залежить від потенціалу сорту. Сорт – динамічний біологічний чинник, який має здатність реалізувати генетичний потенціал продуктивності за різного поєднання чинників. Саме він

є основою виробництва зерна високої якості [17, 18]. Встановлено [19], що між вмістом гліцину, аргініну, треоніну, гліцину, метіоніну та вмістом білка в зерні пшениці озимої існує обернений, а з вмістом глютамінової кислоти і проліну – прямий зв'язок. Вміст амінокислот, крім цистину та метіоніну, збільшувався з підвищенням вмісту білка. Підтверджено [20, 21] достовірну зміну вмісту амінокислот у зерні пшениці. Так, сума есенційних амінокислот може змінюватись від 1,9 до 2,7 %, а замісних – від 6,0 до 7,6 % залежно від сорту пшениці. Дефіцит білка зумовлює пошук нових сортів і гібридів з високим вмістом протеїну, добре збалансованого за амінокислотним складом [22, 23].

**Метою статті** є вивчення питання зміни вмісту амінокислот у зерні пшениці озимої залежно від сорту та лінії.

Методика досліджень. Дослідження проводили у лабораторії кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва (м. Умань, Україна). Досліджували зерно червонозерного типу сорту пшениці м'якої озимої Паннонікус (st), Кулундінка білозерного типу та лінію пшениці м'якої, отриману гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. P 7, вирощених в умовах Правобережного Лісостепу України. У зерні визначали вміст амінокислот методом іонообмінної рідинної хроматографії на аналізаторі амінокислот Т-339.

Залежність між вмістом амінокислот у зерні пшениці визначали методом кореляційного (Multiple Regression, Correlation matrices) та дисперсійного (ANOVA) аналізу за допомогою програм Statistica 10 і Microsoft Office 2010. Точність вимірювань та достовірність даних математично обґрунтовували на кожному етапі дослідних робіт. Повторності кожного експерименту обробляли описовою статистикою для визначення коефіцієнта варіації. У випадку слабого варіювання даних вибірок кожного експерименту визначали їх середнє значення, що було використано для математичного моделювання. Масиви даних отримані із середніх значень перевіряли на правильність розподілення. Правильно розподілені дані було оброблено методами базової статистики, а неправильно розподілені – непараметричної. Під час статистичного оброблення було використано кореляційний і регресійний аналізи. Отримані функціональні залежності перевіряли на відсутність автокореляції методом статистики Darbin-Watson [24]. Оскільки мало місце дублювання дослідів, було проведено перевірку відтворюваності експериментальних даних. Гіпотезу про постійність дисперсії шуму перевіряли, використовуючи критерій Kohren [24].

Перевірка цієї гіпотези давала можливість стверджувати про однорідність або неоднорідність ряду дисперсій. Під час проведення математичного моделювання використані дані, у яких низка дисперсій була однорідною. Групування коефіцієнта варіювання здійснювали за такими градаціями: 0–10 % – незначне,

10–20 – невелике, 20–40 – середнє, 40–60 – велике,  $\geq 60$  % – дуже велике.

**Основні результати дослідження.** Результати описової статистики дослідження вмісту амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Панонікус (st) представлено в табл. 1. Встановлено, що серед есенційних амінокислот найвищий вміст був фенілаланіну (0,55 %), лізину (0,51 %) та лейцину (0,47 %), а найменший – метіоніну (0,1 %). Вміст решти амінокислот становив від 0,39 до 0,46 %. Серед замісних амінокислот найбільшим був вміст глютаміну (3,54 %) і проліну (1,11 %), а найменшим – цистину (0,1 %). Коefіцієнт варіювання вибірок за роками досліджень був невеликий для амінокислот – серин, глютамін, гліцин та аргінін, середній – гістидин, аспарагін та метіонін, а для решти амінокислот – великий. Очевидно, що вміст амінокислот також значно змінюється залежно від погодних умов вегетаційного періоду пшениці

озимої.

Встановлено, що вміст амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Кулундинка був істотно більший порівняно із сортом Подолянка (табл. 2). Так, вміст незамінних амінокислот у зерні пшениці м'якої змінювався від 0,16 до 0,95 %. Найбільшим був вміст треоніну та лейцину – 0,78–0,95 %, найменшим – метіоніну – 0,16 %. Вміст решти незамінних амінокислот змінювався від 0,50 до 0,74 %. Вміст замісних амінокислот був у межах 0,22–4,03 %. Найбільше містилось проліну (1,67 %) та глютаміну (4,03 %), найменше – цистину (0,22 %) Вміст решти замісних амінокислот змінювався від 0,80 до 1,12 %.

Встановлено, що вміст основних амінокислот у зерні пшениці м'якої лінії Р 7 змінювався від 0,09 до 3,92 % (табл. 3). Так, за вмістом незамінних амінокислот переважали треонін, лізин, валін і лейцин (0,54–0,78 %), серед незамінних – пролін, аспарагін і глютамін (1,07–

Таблиця 1  
**Результати описової статистики дослідження вмісту амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Панонікус (st) (2013–2015 рр.), %**

Variable	Параметри статистичного оброблення						
	Mean	Median	Minimum	Maximum	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.
Валін	0,47	0,39	0,33	0,68	0,04	0,19	40
Ізолейцин	0,49	0,41	0,35	0,72	0,04	0,19	40
Лейцин	0,69	0,47	0,47	1,15	0,15	0,39	56
Лізин	0,56	0,51	0,45	0,72	0,02	0,14	25
Метіонін	0,09	0,10	0,08	0,11	0,01	0,02	16
Треонін	0,54	0,46	0,42	0,73	0,03	0,17	31
Триптофан	0,41	0,41	0,31	0,52	0,01	0,12	25
Фенілаланін	0,56	0,55	0,34	0,78	0,05	0,22	39
Аланін	0,77	0,77	0,56	1,00	0,05	0,22	28
Аргінін	0,87	0,87	0,82	0,93	0,00	0,06	6
Аспарагін	0,99	0,93	0,88	1,17	0,02	0,16	16
Гістидин	0,69	0,65	0,64	0,80	0,01	0,09	13
Гліцин	0,74	0,71	0,71	0,79	0,00	0,05	6
Глютамін	3,52	3,54	3,22	3,79	0,08	0,29	8
Пролін	1,14	1,11	0,77	1,54	0,15	0,39	34
Серин	0,93	0,89	0,88	1,03	0,01	0,08	9
Тирозин	0,44	0,31	0,31	0,70	0,05	0,24	51
Цистин	0,11	0,10	0,04	0,18	0,05	0,07	66

Таблиця 2  
**Результати описової статистики дослідження вмісту амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Кулундинка (2013–2015 рр.), %**

Variable	Параметри статистичного оброблення						
	Mean	Median	Minimum	Maximum	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.
Валін	0,66	0,65	0,56	0,76	0,01	0,10	15
Ізолейцин	0,75	0,74	0,72	0,80	0,002	0,04	6
Лейцин	0,98	0,95	0,88	1,12	0,015	0,12	13
Лізин	0,71	0,73	0,56	0,84	0,02	0,14	20
Метіонін	0,15	0,16	0,11	0,18	0,01	0,04	24
Треонін	0,74	0,78	0,62	0,83	0,01	0,11	15
Триптофан	0,42	0,50	0,250	0,52	0,02	0,15	36
Фенілаланін	0,69	0,72	0,47	0,89	0,05	0,21	31
Аланін	0,93	0,89	0,87	1,03	0,01	0,09	9
Аргінін	1,05	1,11	0,91	1,13	0,02	0,12	12
Аспарагін	1,13	1,05	1,02	1,31	0,03	0,16	14
Гістидин	0,79	0,81	0,73	0,83	0,03	0,05	7
Гліцин	0,81	0,90	0,56	0,97	0,05	0,22	27
Глютамін	3,86	4,03	3,42	4,12	0,15	0,38	10
Пролін	1,66	1,67	1,58	1,73	0,06	0,08	5
Серин	1,10	1,12	1,02	1,16	0,01	0,07	7
Тирозин	0,80	0,80	0,78	0,83	0,00	0,03	3
Цистин	0,23	0,22	0,21	0,26	0,00	0,02	12

Таблиця 3  
**Результати описової статистики дослідження вмісту амінокислот у зерні пшениці м'якої лінії Р 7 (2013–2015 рр.), %**

Variable	Параметри статистичного оброблення						
	Mean	Median	Minimum	Maximum	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.
Валін	0,63	0,71	0,38	0,79	0,05	0,22	34
Ізолейцин	0,45	0,47	0,28	0,59	0,02	0,16	35
Лейцин	0,77	0,78	0,46	1,07	0,09	0,31	40
Лізин	0,61	0,64	0,31	0,87	0,08	0,28	46
Метіонін	0,08	0,09	0,08	0,09	0,01	0,01	6
Треонін	0,58	0,54	0,47	0,74	0,02	0,14	24
Триптофан	0,45	0,47	0,30	0,59	0,02	0,14	32
Фенілаланін	0,59	0,54	0,38	0,86	0,06	0,24	41
Аланін	0,71	0,66	0,61	0,87	0,02	0,14	19
Аргінін	0,870	0,77	0,71	1,13	0,05	0,23	26
Аспарагін	1,22	1,12	1,08	1,45	0,04	0,20	16
Гісидин	0,763	0,85	0,56	0,88	0,03	0,18	23
Гліцин	0,83	0,79	0,71	0,98	0,02	0,14	17
Глютамін	3,88	3,92	3,81	3,92	0,01	0,06	2
Пролін	0,98	1,07	0,74	1,15	0,05	0,22	22
Серин	0,88	0,84	0,77	1,04	0,02	0,14	16
Тирозин	0,51	0,55	0,20	0,76	0,08	0,28	56
Цистин	0,22	0,27	0,12	0,27	0,01	0,09	39

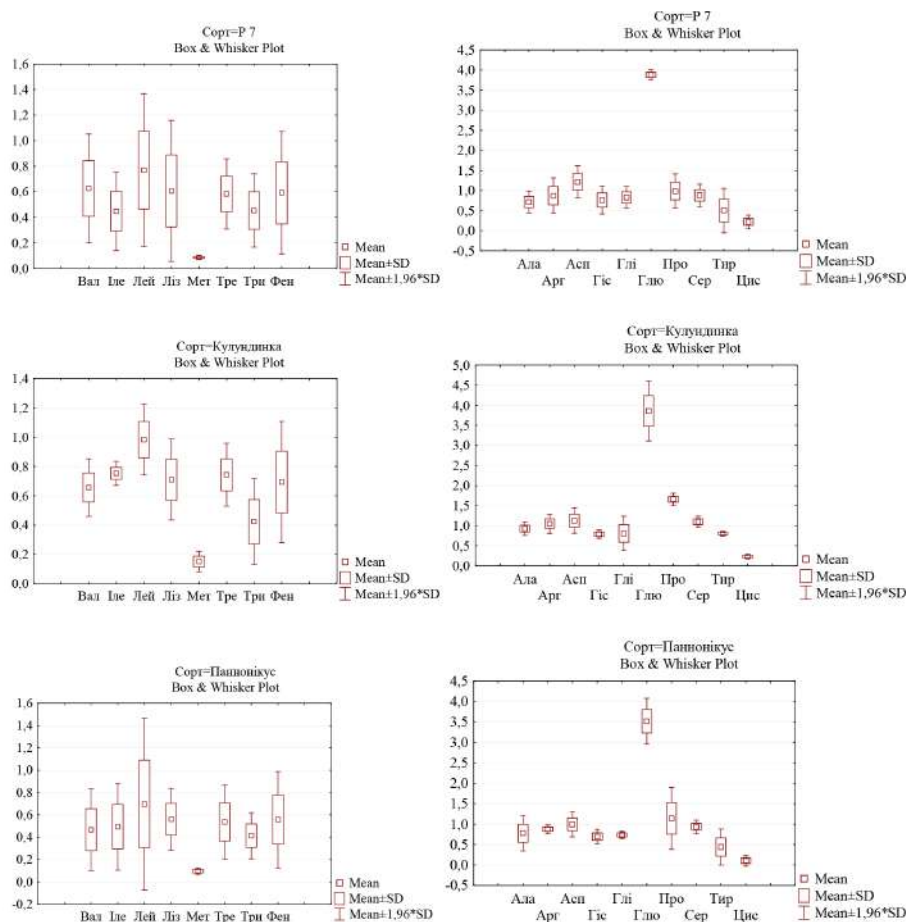


Рис. Вміст амінокислот у зерні пшениці м'якої залежно від сорту та лінії

3,92 %). Найменший вміст серед незамінних амінокислот був метіоніну (0,09 %), серед незамінних – цистину (0,27 %).

Встановлено, що вміст незамінних амінокислот, порівняно із замінними, у зерні пшениці м'якої значно змінювався залежно від року дослідження (рис.). У зерні

всіх досліджуваних сортів пшениці м'якої основною є глютамінова амінокислота. Вміст есенційних амінокислот у зерні пшениці озимої змінювалось у більшому діапазоні порівняно із замінними.

Загальна сума амінокислот зерна сорту пшениці озимої Кулундинка була на 25 % більша порівняно зі



стандартом (сорт Паннонікус), а в лінії Р 7 – на 8 %. Вміст суми незамінних амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Кулундинка був на 34 %, а в лінії LPP 1314 – на 9 % більшим порівняно з сортом Паннонікус. Частка незамінних амінокислот від загальної маси у зерні сорту Паннонікус становила 27 %, Кулундинка – 29 %, лінії Р 7 – 28 %.

**Висновки.** Вміст лізину, лейцину, фенілаланіну, тирозину, цистину в зерні пшениці м'якої найбільше змінюється від особливостей сорту. Вміст амінокислот у зерні сорту Кулундинка характеризується нижчим варіюванням порівняно з сортом Паннонікус. Загальна маса амінокислот у зерні змінюється від 14,01 до 17,46 % залежно від сорту пшениці м'якої. Частка незамінних амінокислот становить 27–29 % від їхньої загальної маси. Проте вміст суми незамінних амінокислот у зерні істотно змінюється залежно від сорту та лінії – від 3,81 до 5,10 %. Зерно сорту пшениці м'якої Кулундинка та лінії Р 7, отриманої гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., має найбільший вміст незамінних амінокислот. Їх рекомендується використовувати у селекційних програмах для створення сортів пшениці м'якої озимої.

### Література

- Терещенко Ю. Ф., Уліч Л. І. Формування високопродуктивних посівів пшениці м'якої озимої. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2013. № 80. С. 51–57.
- Кирпа Н. Я., Пашченко Н. А. Качество и особенности послеуборочной обработки зерна в заготовках. *Наукові праці ОНАХТ*. 2008. Вип. 34. Т. 1. С. 59–69.
- Збиральна 2020: в Україні вже намолочено 36,7 млн тонн зерна. URI: <https://landlord.ua/news/zbyralna-2020-v-ukraini-vzhe-namolocheno-36-7-mln-ton-zerna> (дата звернення 27.10.2020).
- Передумови формування якості зерна пшениць і продуктів його перероблення: моногр. / Г. М. Господаренко, В. В. Любич, І. О. Полянєцька, В. В. Новіков, В. В. Железна, Н. В. Воробйова; за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2019. 336 с.
- Сирохман І. В., Лозова Т. М. Проблеми якості і безпечності харчових продуктів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2011. №37. С. 5–9.
- 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.
- Liu M., Zhao Q., Qi F. et al. Sequence divergence between spelt and common wheat. *Theor Appl Genet.* 2018. Vol. 131. P. 1125–1132.
- Любич В. В., Железна В. В., Полянєцька І. О. Формування вмісту амінокислот у зерні пшениці озимої залежно від сорту. *Таврійський науковий вісник*. 2020. №115. С. 132–144.
- Szabados L., Savoure A. Proline: multifunctional amino acid. *Trends Plant Sci.* 2010. Vol. 15. P. 89–97.
- Lehmann S., Funck D., Szabados L., Rentsch D. Proline Metabolism and Transport in Plant Development. *Amino acids*. 2010. Vol. 39. P. 949–962.
- Жемела Г. П., Сидоренко А. В., Кулик М. І. Роль погодних факторів у поліпшенні якості зерна озимої пшениці. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2007. №2. С. 16–22.
- Ториков В. Е., Мельникова О. В., Мамеев В. В. и др. Влияние системы удобрения на агроэкологические свойства почвы, урожайность, содержание сырой клейковины, аминокислотного и элементного состава в зерне мягкой озимой пшеницы. *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*. 2016. №1 (46). С.8–20.
- Моргун В. В., Швартау В. В., Киризий Д. А. Физиологические основы формирования высокой продуктивности зерновых злаков. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2010. № 5. С. 371–392.
- Ящук Н. О. Відповідність показників якості зерна пшениці озимої вимогам стандарту залежно від сортових особливостей та факторів вирощування. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2013. № 2. С. 73–77.
- Пшениця спельта / Г. М. Господаренко, П. В. Костогриз, В. В. Любич та ін.; за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА». 2016. 312 с.
- Кондратенко Е. П., Константинова О. Б., Соболева О. М. и др. Содержание белка и аминокислот в зерне озимых культур, произрастающих на территории лесостепи юго-востока Западной Сибири. *Химия растительного сырья*. 2015. №3. С. 143–150.
- Гасанова І. Максимум для пшениці. *Рослинництво*. 2013. № 5. С. 46–51.
- Демидов О. П., Гаврилюк М. І., Федоренко В. І. Зерно високої якості. *Аграрний тиждень*. 2010. №15. С. 7–8.
- Shoup, F. Pomeranz, Y. Deyoe, C. Amino Acid Composition of Wheat Varieties and Flours Varying Widely in Bread-Making Potentialities. *Journal of Food Science*. 2006. Vol. 31. P. 94–101.
- Siddiqi Raashid, Singh Tajendra, Rani Monika, Sogi Dalbir, Bhat Mohd. Diversity in Grain, Flour, Amino Acid Composition, Protein Profiling, and Proportion of Total Flour Proteins of Different Wheat Cultivars of North India. *Frontiers in Nutrition*. 2020. Vol. 7. P. 141–152.
- Punia S, Singh K, Kumar A. Difference in protein content of wheat (*Triticum aestivum* L.): effect on functional, pasting, color and antioxidant properties. *J Saudi Soc Agric Sci*. 2019. Vol. 18. P. 78–84.
- Лихочвор В. Урожайність і якість зерна озимої пшениці сорту Кубус залежно від норм добрив. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Серія: Агронісія. 2019. № 23. С. 49–52.
- Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянєцька І. О. Амінокислотний склад білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. №1. С. 44–47.
- Руденко В. М. Математична статистика. Київ: Центр учбової літератури. 2012. 304 с.

### References

- Tereshchenko, Yu. F., Ulich, L. I. (2013). Formation of highly productive crops of wheat and winter. *Collection of Science Practitioners of Umansky NUS*, 2013. № 80. P. 51–57. (in Ukrainian).
- Kirpa, N. Ya., Pashchenko, N. A. (2008). Quality and features of postharvest processing of grain in blanks. *Scientific works of ONAHT*. Odessa. 2008. Vip. 34. T. 1. P. 59–69. (in Russian).
- Zbiralna 2020: 36.7 million tons of grain were harvested in Ukraine. URI: <https://landlord.ua/news/zbyralna-2020-v-ukraini-vzhe-namolocheno-36-7-mln-ton-zerna> (date of the blast 27.10.2020). (in Ukrainian).
- Reconsider the formulation of the quality of grain, wheat and products of its processing: monograph. / G. M. Gospodarenko, V. V. Lyubich, I. O. Polyansky, V. V. Novikov, V. V. Zheluzna, N. V. Vorobyova; for zag. ed. G. M. Gospodarenka. Kiev: TOV «SIK GROUP UKRAINE», 2019. 336 p. (in Ukrainian).
- Syrohman, I. V., Lozova, T. M. (2011). Problems of food quality and safety. *Scientific works of the National University of Food Technologies*, 2011. № 37. P. 5–9. (in Ukrainian).
- Lyubich, V. V. (2016). Biological value of spelt wheat protein depending on the origin of the variety and strain. *Bulletin of Uman NUH*, 2016. № 89. P. 199–206 (in Ukrainian).
- Liu M., Zhao Q., Qi F. et al. (2018). Sequence divergence between spelt and common wheat. *Theor Appl Genet.*, 2018. V. 131. P. 1125–1132. (in English).
- Lyubich, V. V., Zhelezna, V. V., Polyansky, I. O. (2020). Formation of amino acid content in the grain of winter wheat depending on the variety. *Taurian Scientific Bulletin. Series: Agricultural Sciences*, 2020. № 115. P. 132–144. (in Ukrainian).
- Szabados, L., Savoure, A. (2010). Proline: multifunctional amino acid. *Trends Plant Sci.*, 2010. Vol. 15. P. 89–97. (in English).
- Lehmann, S., Funck, D., Szabados, L., Rentsch, D. (2010). Proline Metabolism and Transport in Plant Development. *Amino acids*, 2010. Vol. 39. P. 949–962. (in English).
- Gemela, G P., Sidorenko, A. V., Kulik, M. I. (2007). The role of weather factors in improving the quality of winter wheat grain. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2007. № 2. P. 16–22. (in Ukrainian).
- Torikov, V. E., Melnikova, O. V., Mameev, V. V. et al. (2016). Influence of the fertilization system on the agroecological properties of the soil, yield, content of crude gluten, amino acid and elemental composition in grain of soft winter wheat. *Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy*, 2016. № 1 (46). P. 8–20. (in Russian).
- Morgun, V. V., Shvartau, V. V., Kiriziy D. A. (2010). Physiological foundations of the formation of high productivity of cereals. *Physiology and biochemistry of cultivated plants*, 2010. 42. № 5. P. 371–392. (in Russian).
- Yashchuk, N. O. (2013). Conformity of quality indicators of winter wheat grain to the requirements of the standard depending on varietal characteristics and factors of cultivation. *Variety research and protection of plant variety rights*, 2013. № 2. P. 73–77. (in Ukrainian).
- Gospodarenko, G. M., Kostogryz, V. P., Lyubich, V. V. (2016). *Wheat spelt*. Kyiv: SIK GROUP UKRAINE, 2016. 312 p. (in Ukrainian).
- Kondratenko, E. P., Konstantinova, O. B., Soboleva, O. M. et al. (2015). The content of protein and amino acids in the grain of winter crops growing in the forest-steppe of the southeast of Western Siberia. *Chemistry of plant materials*, 2015. № 3. P. 143–150. (in Russian).
- Hasanova, I. (2013). Maximum for wheat. *Crop*, 2013. № 5. P. 46–51. (in Ukrainian).
- Demidov, O., Gavriulyuk, M. I., Fedorenko, V. I. (2010). High quality grain. *Agrarian Week*, 2010. Kyiv. № 15. P. 7–8. (in Ukrainian).
- Shoup, F. Pomeranz, Y. Deyoe, C. Amino Acid Composition of Wheat Varieties and Flours Varying Widely in Bread Making Potentialities. *Journal of Food Science*. 2006. Vol. 31. P. 94–101. (in English).
- Siddiqi, R., Singh, T., Rani M. et al. (2020). Diversity in Grain, Flour, Amino Acid Composition, Protein Profiling, and Proportion of Total Flour Proteins of Different Wheat Cultivars of North India. *Frontiers in Nutrition*. 2020. Vol. 7. P. 141–152. (in English).
- Punia, S., Singh, K., Kumar A. (2019). Difference in protein content of wheat (*Triticum aestivum* L.): effect on functional, pasting, color and antioxidant properties. *J Saudi Soc Agric Sci.* (2019) 18. P. 378–84. (in English).
- Gutyansky, R. A., Kuzmenko, N. V., Shelyakina, T. A. (2019). Protein content in the grain of late crops of soft winter wheat depending on the legume predecessor, herbicide and plant growth regulator // World plant resources: status and prospects: materials of the V International scientific-practical conference. Vinnytsia: LLC «WORKS». 2019. P. 183–184. (in Ukrainian).
- Gospodarenko, G. M., Lyubich, V. V., Polyansky, I. O. (2016). Amino acid composition of spelt wheat protein depending on the origin of the variety and line. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 2016. № 1. P. 44–47. (in Ukrainian).
- Rudenko, V. M. (2012). *Mathematical statistics*. K.: Center for educational literature, 2012. 304 p. (in Ukrainian).