

УДК 665.939.4:633.11

DOI: 10.31395/2310-0478-2021-1-60-65



**Г. М. Господаренко,**  
доктор сільськогосподарських наук,  
професор кафедри агрохімії і ґрунтознавства  
Уманський національний університет садівництва  
м. Умань, Україна  
E-mail: Hospodarenko@gmail.com



**В. В. Любич,**  
доктор сільськогосподарських наук,  
професор кафедри технології зберігання і переробки зерна  
Уманський національний університет садівництва  
м. Умань, Україна  
E-mail: LyubichV@gmail.com



**В. В. Желєзна,**  
кандидат сільськогосподарських наук,  
ст. викладач кафедри технології  
зберігання і переробки зерна  
Уманський національний університет садівництва  
м. Умань, Україна  
E-mail: valierii.vozian07@gmail.com



**І. О. Полянецька,**  
кандидат сільськогосподарських наук,  
доцент кафедри генетики, селекції рослин і біотехнології  
Уманський національний університет садівництва  
м. Умань, Україна  
E-mail: Polyanetska@gmail.ua

## АМІНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ

Проаналізовано амінокислотний склад зерна пшениці м'якої залежно від сорту. Встановлено, що в зерні пшениці м'якої залежно від особливостей сорту найбільше змінюється вміст лізину, лейцину, фенілаланіну, тирозину й цистину. Загальна маса амінокислот у зерні залежно від сорту пшениці м'якої змінюється від 10,66 до 12,71 %. Частка незамінних амінокислот становить 26–32 % від їхньої загальної маси. Проте вміст суми незамінних амінокислот у зерні істотно змінюється залежно від сорту – від 7,22 до 9,35 %. Встановлено, що серед есенційних амінокислот найвищий вміст лейцину (0,64 %), фенілаланіну (0,58 %) та валіну (0,51 %) був у зерні пшениці м'якої сорту Кохана (st). Найменшим був вміст метіоніну 0,07 %. Вміст решти амінокислот становив від 0,31 до 0,42 %. Серед замінних амінокислот найбільшим був вміст глютаміну (3,98 %) і проліну (1,13 %), а найменшим – цистину (0,12 %). Коефіцієнт варіювання вибірок за роки проведення досліджень був невеликий для амінокислот – гістидин, гліцин і глютамін, великий – для аргініну, а для решти амінокислот – середній. Вміст амінокислот також значно змінюється залежно від погодних умов вегетаційного періоду пшениці озимої.

Вміст основних амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Ас Мескіпон змінювався від 0,11 до 2,49 %. При цьому серед незамінних амінокислот переважали валін і лейцин (0,57–0,77 %), незамінних – аспарагін, пролін і глютамін (0,72–2,49 %). Серед незамінних амінокислот найменший вміст був метіоніну (0,09 %), серед замінних – цистину (0,11 %). Встановлено, що вміст незамінних амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Чорноброва змінювався від 0,08 до 0,71 %. Найбільшим був вміст валіну та лейцину – 0,55–0,74 %, найменшим – метіоніну – 0,08 %. Вміст решти незамінних амінокислот змінювався від 0,36 до 0,47 %. Вміст замінних амінокислот був у межах 0,11–3,76 %. Найбільше містилось проліну (1,01 %) та глютаміну (3,76 %). Вміст решти замінних амінокислот змінювався від 0,33 до 0,93 %. Коефіцієнт варіювання вибірок за роками досліджень був від незначного для більшості амінокислот до середнього (валін, ізолейцин, лейцин, лізін пролін, серин, тирозин) і великого (метіонін, цистин).

Зерно сортів пшениці м'якої Кохана та Чорноброва має найбільший вміст незамінних амінокислот. Їх рекомендується використовувати у селекційних програмах для створення нових сортів пшениці м'якої озимої.

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

### **G. 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, Associate 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

### **I. A. Polianetska,**

Phd of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Genetics, Plant Breeding and Biotechnology, Uman National Horticulture University (Uman), Ukraine

**AMINO ACID COMPOSITION 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 10.66 to 12.71 % of grain depending on the variety of soft wheat. The share of indispensable amino acids is 26–32 % of their total mass. However, the sum content of indispensable amino acids varies significantly depending on the variety and line – from 7.22 до 9.35 %. The highest content of leucine (0.64 %), phenylalanine (0.58 %) and valine (0.51 %) in the grain of soft wheat Kohana (st) variety was found. The lowest methionine content is 0.07 %. The remaining amino acids ranged from 0.31 to 0.42 %. Among the dispensable amino acids, there is the highest content of glutamine (3.98 %) and proline (1.13 %), and the lowest content of cystine (0.12 %). The variation coefficient of the samples over the years of research was average for the amino acids serine, histidine, glycine and glutamine, high – arginine, and for the rest – medium. 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 Meckinon soft wheat varied from 0.11 to 2.49 %. Thus, the content of indispensable amino acids is dominated by valine and leucine (0.57–0.77 %), among the indispensable are asparagine, proline, and glutamine (0.72–2.49 %). The lowest content among indispensable amino acids was characterized by methionine (0.09 %), among dispensable – cystine (0.11 %).

It was found that the content of basic amino acids in wheat grain of Chornobrova soft wheat varied from 0.08 to 0.71 %. The content of valine and leucine 0.55–0.74 % was the highest, the content of methionine was the lowest – 0.08 %. The content of other indispensable amino acids ranged from 0.11 to 3.76 %. The highest content was of proline (1.01 %) and glutamine (3.76 %). The content of other dispensable amino acids varied from 0.33 to 0.96 %. The variation coefficient of the samples over the years of research was small for most amino acids, the average – valine, isoleucine, leucine, lysine, proline, serine and tyrosine, high – methionine and cystine.

The grain of Kohana and Chornobrova soft wheat variety 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.** Основними показниками, які характеризують харчову цінність сировини і продуктів, є біологічна, енергетична, фізіологічна цінність і біологічна ефективність. Біологічною цінністю називають показник якості харчового білка, який відображає ступінь відповідності його амінокислотного складу потребам організму в амінокислотах для синтезу білка. У кожному білку може бути різна кількість амінокислот, складом яких визначається повноцінність білка [1, 2].

Амінокислоти – речовини первинного синтезу, що беруть участь у синтезі білків, коферментів, ферментів, стероїдних сполук, поліфенолів, складних вуглеводів, жирів тощо [3, 4]. У побудові організму людини беруть участь лише 22 амінокислоти. Організм людини має здатність синтезувати амінокислоти з інших амінокислот, але вісім амінокислот (триптофан, лейцин, ізолейцин, валін, треонін, лізин, метіонін, фенілаланін), які входять до складу білкових речовин, він не синтезує. Це незамінні амінокислоти, які повинні потрапляти до організму людини з продуктами харчування. Чотири амінокислоти (тирозин, цистеїн, аргінін, гістидин), що вважаються умовно незамінними, – синтезуються в організмі повільно і не завжди у достатній кількості [5, 6]. Тому не всі продукти, які містять білки, рівноцінні за вмістом незамінних амінокислот. З цієї причини 30 % добового білкового раціону людини повинні складати повноцінні білки, які містять усі незамінні амінокислоти. Річна потреба людини у повноцінному білку становить 20 кг. Якщо навіть у склад продукту входить велика кількість білка, але він повноцінний, то такий білковий компонент має низьку харчову цінність [4, 57, 8].

**Аналіз останніх досліджень.** Зернова сировина – одна з основних харчових складових для виробництва продуктів в Україні. Зернові є основою хлібобулочних і багатьох кондитерських виробів, харчових концентратів. Зерно пшениці, порівняно з іншими культурами, має найширший спектр використання [9].

Пшениця належить озима до числа провідних зернових культур у нашій країні. Відомо, що кількість амінокислот залежно від видових і сортових особливостей, а також від чинників зовнішнього природного середовища забезпечує накопичення окремих фракцій білкових речовин. Це в кінцевому підсумку й визначає кількість і якість сформованих білків [9, 10].

На основі багаторічних медико-біологічних досліджень Всесвітня організація охорони здоров'я запропонувала критерій для визначення якості білка – еталону, збалансованого за незамінними амінокислотами, який найбільше задовольняє потреби організму людини. Один грам «ідеального» білка містить (у мг): триптофану – 10, лейцину – 70, ізолейцину – 40, валіну – 50, треоніну

– 40, лізину – 55, метіоніну – 35 і фенілаланіну – 60 [7, 8, 11, 12].

Всесвітня продовольча організація (FAO) та Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) визначили добову потребу людського організму в амінокислотах, яка забезпечує їх збалансованість (12 % загальної енергетичної потреби організму, або 90–100 г на добу) [13].

На думку [14], більше уваги необхідно приділяти не сумі амінокислот, а незамінним амінокислотам і особливо лімітуючим – лізину, метіоніну, ізолейцину і треоніну. Поряд з цим, у білках пшениці таких незамінних амінокислот як лейцин та фенілаланін міститься більше, ніж потрібно людині.

За такою дефіцитною незамінною амінокислотою як треонін зерно пшениці озимої багатше порівняно з житом озимим і тритикале озимим відповідно на 18 і 12, метіоніном – 64,0 і 22,6, лізином – на 44 і 14 г/100 г. Триптофану в зерні пшениці озимої накопичується мало – 0,11–0,13 г/100 г [15].

За даними [16] у зерні пшениці озимої, жита озимого та тритикале озимого приблизно однаковий вміст гліцину (0,67–0,69 г/100 г), аланіну (0,25–0,36/100 г), гістидину (0,25–0,30 г/100 г), триптофану (0,11–0,13 г/100 г) і цистину (0,18–0,24 г/100 г).

**Метою статті** є вивчення формування вмісту амінокислот у зерні пшениці м'якої озимої залежно від сорту.

**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 Кохана (st), білозерного Ас Меckinon і з фіолетовим забарвленням зерна сорт Чорноброва, 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) аналізів за допомогою програм Statistica 10 і Microsoft Office 2010. Точність вимірювань і достовірність даних математично обґрунтовували на кожному етапі дослідних робіт. Повторності кожного експерименту обробляли описовою статистикою для визначення коефіцієнта варіації. У випадку слабкого 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 [17]. Оскільки мало місце дублювання дослідів, було проведено перевірку відтворюваності експериментальних даних. Гіпотезу про постійність дисперсії шуму перевіряли з використанням критерію Kohren [17].

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 Кохана (st) представлено в

табл. 1. Встановлено, що серед есенційних амінокислот найвищий вміст був лейцину (0,64 %), фенілаланіну (0,58 %) та валіну (0,51 %), а найменший – метіоніну (0,07 %). Вміст решти амінокислот становив від 0,31 до 0,42 %. Серед заміних амінокислот найбільшим був вміст глютаміну (3,98 %) і проліну (1,13 %), а найменшим – цистину (0,12 %). Коефіцієнт варіювання вибірок за роками проведення досліджень був невеликий для амінокислот – гістидин, гліцин і глютамін, великий – аргінін, а для решти амінокислот – середній. Очевидно, вміст амінокислот значно змінюється залежно від погодних умов вегетаційного періоду пшениці озимої.

Встановлено, що вміст основних амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Ас Meckinon змінювався від 0,11 до 2,49 % (табл. 2). Так, за вмістом незамінних амінокислот переважали валін і лейцин (0,57–0,77 %), серед незамінних – аспарагін, пролін і глютамін (0,72–2,49 %). Найменший вміст серед незамінних амінокислот був метіоніну (0,09 %),

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

Variable	Параметри статистичного оброблення						
	Mean	Median	Minimum	Maximum	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.
Валін	0,52	0,51	0,45	0,61	0,01	0,08	15
Ізолейцин	0,40	0,42	0,32	0,51	0,01	0,09	23
Лейцин	0,69	0,64	0,54	0,88	0,03	0,178	25
Лізін	0,41	0,42	0,32	0,50	0,01	0,09	22
Метіонін	0,06	0,07	0,06	0,07	0,01	0,01	8
Треонін	0,37	0,41	0,26	0,45	0,01	0,10	27
Триптофан	0,33	0,31	0,30	0,39	0,02	0,05	15
Фенілаланін	0,58	0,58	0,43	0,72	0,02	0,14	25
Аланін	0,61	0,56	0,54	0,73	0,01	0,11	17
Аргінін	0,70	0,63	0,55	0,92	0,04	0,19	28
Аспарагін	0,71	0,76	0,57	0,81	0,02	0,13	18
Гістидин	0,52	0,51	0,51	0,55	0,01	0,02	4
Гліцин	0,54	0,56	0,51	0,56	0,01	0,03	5
Глютамін	3,96	3,98	3,89	4,03	0,01	0,07	2
Пролін	1,07	1,13	0,79	1,29	0,06	0,25	24
Серин	0,66	0,69	0,51	0,78	0,02	0,14	21
Тирозин	0,45	0,41	0,40	0,55	0,01	0,08	18
Цистин	0,12	0,12	0,09	0,14	0,01	0,03	22

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

Variable	Параметри статистичного оброблення						
	Mean	Median	Minimum	Maximum	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.
Валін	0,54	0,57	0,47	0,58	0,01	0,06	11
Ізолейцин	0,41	0,45	0,31	0,47	0,01	0,09	21
Лейцин	0,76	0,77	0,71	0,81	0,01	0,050	6
Лізін	0,43	0,44	0,41	0,45	0,01	0,02	4
Метіонін	0,08	0,09	0,05	0,11	0,01	0,03	37
Треонін	0,37	0,38	0,33	0,41	0,01	0,04	11
Триптофан	0,28	0,29	0,22	0,33	0,01	0,05	20
Фенілаланін	0,48	0,45	0,41	0,58	0,01	0,08	18
Аланін	0,49	0,51	0,46	0,51	0,01	0,03	6
Аргінін	0,61	0,61	0,60	0,63	0,01	0,02	2
Аспарагін	0,70	0,72	0,64	0,74	0,01	0,05	8
Гістидин	0,43	0,42	0,41	0,46	0,01	0,03	6
Гліцин	0,49	0,48	0,45	0,54	0,02	0,05	9
Глютамін	2,55	2,49	2,14	3,03	0,20	0,45	18
Пролін	0,94	1,02	0,74	1,07	0,03	0,18	19
Серин	0,56	0,55	0,51	0,63	0,02	0,06	11
Тирозин	0,30	0,31	0,28	0,31	0,01	0,02	6
Цистин	0,10	0,11	0,07	0,13	0,01	0,03	30

серед незамінних – цистину (0,11 %). У зерні цього сорту вміст ізолейцину, метіоніну, триптофану та цистину мав середнє варіювання ( $V = 21-37\%$ ). Невеликим варіюванням ( $V = 11-20\%$ ) характеризувався вміст валіну, треоніну, фенілаланіну, глютаміну, проліну та серину. Вміст решти амінокислот залежно від року проведення дослідження змінювався найменше, оскільки  $V = 2-8\%$ .

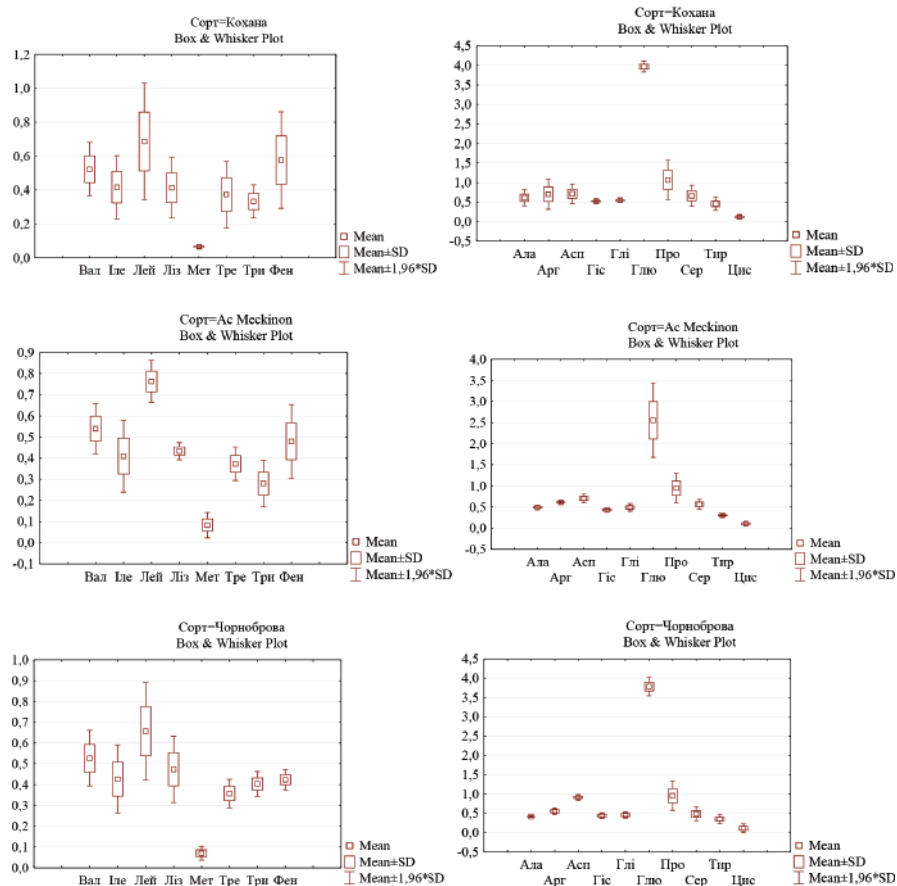
Встановлено, що вміст незамінних амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Чорноброва змінювався від 0,08 до 0,74 % (табл. 3). Найбільшим був вміст валіну та

лейцину – 0,55–0,74 %, найменшим – метіоніну – 0,08 %. Вміст решти незамінних амінокислот змінювався від 0,36 до 0,47 %. Вміст заміних амінокислот був у межах 0,11–3,76 %. При цьому найбільше містилось проліну (1,01 %) та глютаміну (3,76 %), найменше – цистину (0,11 %) Вміст решти заміних амінокислот змінювався від 0,33 до 0,93 %. Коефіцієнт варіювання вибірок за роками проведення досліджень був невеликий для більшості амінокислот, середній – валін, ізолейцин, лейцин, лізин пролін, серин і тирозин, великий – метіонін і цистин.

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**

Вміст амінокислот, основних складових білка, в зерні змінюється від особливостей сорту пшениці та погодних умов вегетаційного періоду рослин. Результати досліджень підтверджують дані інших ученими [18, 19]. Особливості формування вмісту амінокислот у зерні пшениці також підтверджено попередніми дослідженнями [20–22].

**Висновки.** Вміст лізину, лейцину, фенілаланіну, тирозину, цистину в зерні пшениці м'якої найбільше змінюється від особливостей сорту. Загальна маса амінокислот у зерні змінюється від 10,5 до 12,7 % залежно від сорту пшениці м'якої. Частка незамінних амінокислот становить 26–32 % від загального їхнього вмісту. Проте вміст суми незамінних амінокислот у зерні пшениці м'якої озимої змінюється неістотно. Зерно сортів пшениці м'якої Кохана та Чорноброва мають найбільший вміст амінокислот. Їх рекомендується використовувати у селекційних програмах для створення нових сортів пшениці м'якої озимої. Вміст амінокислот у зерні пшениці м'якої озимої сортів Ас Мескінон і Чорноброва менше варіює порівняно з сортом Кохана.

### Література

- Siddiqi R., Singh T., Rani M. 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.
- Laze A., Arapi V., Ceca E. Chemical Composition and Amino Acid Content in Different Genotypes of Wheat Flour. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*. 2019. 63(4), pp. 618–628.
- Лысиков Ю. А. Аминокислоты в питании человека. *Эксперим. и клинич. гастроэнтерология*. 2012. № 2. С. 88–105.
- Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Світові ресурси рослинного білка. Селекція і насінництво. 2008. Вип. 96. С. 215–222.
- Павлоцька Л. Ф., Дуденко В., Левітін Є. Я. *Фізіологія харчування*. Суми: Універ. кн., 2011. 473 с.
- Капрельянц Л. В. *Биологическая химия с основами физиологии питания*. Херсон: Изд. Гринь Д. С., 2017. 246 с.
- Никитенко А. Н., Домаш В. И., Шейко А. Ч. Исследование аминокислотного состава белков семян злаковых и зернобобовых культур белорусской селекции. *Труды БГТУ*. 2015. № 4. С. 211–215.
- Бажай-Жежерун С. А. Продукты из пророщенного зерна «зернышко пикантное». *Зернові продукти і комбікорми*. 2015. № 9. С. 3–7.
- Господаренко Г. М., Любич В. В., Железна В. В. Вміст амінокислот у зерні пшениці озимої залежно від сорту. *Вісник Уманського НУС*. Вип. 2. 2020. С. 78–82.
- Передумови формування якості зерна пшениці і продуктів його перероблення: моногр. / Г. М. Господаренко, В. В. Любич, І. О. Полянецька, В. В. Новіков, В. В. Железна, Н. В. Воробйова; за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2019. 336 с.
- Lim T. K. *Edible medicinal and non-medicinal plants*. Fruits. Switzerland: Springer International Publishing, 2012. Vol. 2. 1113 p.
- Екологічні проблеми харчування людини / Ю. Д. Бойчук, Е. М. Солошенко, В. І. Смоляр, О. І. Циганенко. Черкаси, 2002. 92 с.
- Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation. Rome: FAO, 2013. 66 p.
- Павлов А. Н. *Повышение содержания белка в зерне*. Москва: Наука, 1984. 119 с.
- Изучение аминокислотного состава начинки для экструдированных зерновых культур / У. Ч. Чоманов, Г. Е. Жумалиева, М. Ч. Тултабаев и др. Алматы технологиялык университетінің хабаршысы. 2020. №3. С. 90–94.
- Содержание белка и аминокислот в зерне озимых культур / О. Б. Кондратенко, О. М. Константинова, Е. А. Соболева и др. *Химия растительного сырья*. 2015. № 3. С. 143–150.
- Руденко В. М. *Математична статистика*. Київ: Центр учбової літератури. 2012. 304 с.
- 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.
- 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.
- Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О. Амінокислотний склад білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. №1. С. 44–47.
- 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.
- Любич В. В., Железна В. В., Полянецька І. О. Формування вмісту амінокислот у зерні пшениці озимої залежно від сорту. *Таврійський науковий вісник*. 2020. №115. С. 132–144.

### References

- Siddiqi R., Singh T., Rani M. (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*. Vol. 7. P. 141–152. (in English).
- Laze, A., Arapi, V., Ceca, E. (2019). Chemical Composition and Amino Acid Content in Different Genotypes of Wheat Flour. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*. 63(4), pp. 618–628. (in English).
- Lysikov, Yu. A. (2012). Amino acids in human nutrition. Experiment. and clinical. gastroenterology. 2012. № 2. P. 88–105. (in Russian).
- Babych, A. A., Babych-Poberezhna, A. A. World resources of vegetable protein. Breeding and seed production. 2008. № 96. P. 215–222. (in Ukrainian).
- Pavlotskaya, L. F., Dudenko, V., Levitin, E. Y. (2011). *Physiology of nutrition*. Sumy: Univ. kn. 2011. 473 p. (in Ukrainian).
- Kaprelyants, L. V. (2017). *Biological chemistry with the basics of nutrition physiology*. Kherson: Ed. Grin DS. 2017. 246 p. (in Russian).
- Nikitenko, A. N., Domash, V. I., Sheiko, A. C. (2015). Study of the amino acid composition of protein proteins of cereals and legumes of Belarusian selection. *Proceedings of BSTU*. 2015. № 4. P. 211–215. (in Russian).
- Bazhay-Zhezherun, S. A. (2015). Products from germinated grain "spicy grain". *Grain products and compound feeds*. 2015. № 9. P. 3–7. (in Ukrainian).
- Gospodarenko, G. M., Lyubich, V. V., Zhelezna, V. V. (2020). The content of amino acids in the grain of winter wheat depending on the variety. *Bulletin of Uman NUS*. № 2. 2020. P. 78–82. (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. Polyanetska, 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).
- Lim, T. K. (2012). *Edible medicinal and non-medicinal plants*. Fruits. Switzerland: Springer International Publishing. 2012. Vol. 2. 1113 p. (in English).
- Ecological problems of human nutrition / Yu. D. Boychuk, E. M. Soloshenko, V. I. Smolyar, O. I. Tsyganenko. Cherkasy. 2002. 92 p. (in Ukrainian).
- Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation. Rome: FAO. 2013. 66 p. (in English).
- Pavlov, A. N. (1984). Increase in protein content in

grain. M.: "Nauka", 1984. 119 p. (in Russian).

15. Chomanov, U. Ch., Zhumalieva, G. E., Tultabaev, M. Ch., etc. (2020). Study of the amino acid composition of the filling for extruded cereals. The University of Almaty is a technological university. 2020. № 3. P. 90–94. (in Russian).

16. Kondratenko, O. B., Konstantinova, O. M., Soboleva, E. A., etc. (2015). The content of protein and amino acids in the grain of winter crops. Chemistry of vegetable raw materials. 2015. № 3. P. 143–150. (in Russian).

17. Rudenko, V. M. (2012). Mathematical statistics. K.: Center for educational literature, 2012. 304 p. (in Ukrainian).

18. Punia, S., Singh, K., Kumar A. (2019). Diference 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).

19. 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).

20. Hospodarenko, H. M, Lyubich, V. V., Polyanetska, I. O. (2016). Amino acid composition of spelled 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).

21. Hospodarenko, G. M., Kostogryz, V. P., Liubych, V. V. (2016). Wheat spelt. Kyiv: SIK GROUP UKRAINE, 2016. 312 p. (in Ukrainian).

22. Lyubich, V. V., Zhelezna, V. V., Polyanetska, 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).