

and Ryzobofit application in soybean sowing.

Crude protein content was largely dependent on crop yield of soybean seeds. Application of the studied herbicide of 0.6 l/ ha contributed to the improvement of yield formation and thereby increasing of crude protein by 2.03 dt/ ha compared with the check variant.

The combined use of Desilet of 0.6 and 0.8 l/ ha with Biolan helped to make soybean yield higher resulting in a total amount of protein which became greater, 0.91 and 0.95 dt/ ha respectively, compared with the variants where only the herbicide was applied. The combined use of the herbicide with Biolan also increased crude fat content by 1.18 and 1.14 dt/ ha respectively compared with the check variant 1 and by 0.51 and 0.52 dt/ ha compared with the variants where only the herbicide was applied.

Desilet application after seed treatment with Ryzogumin contributed to increase the crop yield and as a result of it the content of crude protein and fat also increased. Thus, the content of crude protein in this variant was 8.78 and 8.66 dt/ ha and crude fat content was 4.98 and 4.91 dt/ ha according to the norms of Desilet application.

Therefore, the use of Desilet herbicide after grain treatment with Biolan plant growth regulator or Ryzobofit bacterial preparation improves the crop yield of soybeans and makes it possible to have better physical and chemical qualitative indicators of soybeans.

Key words: soybeans, herbicide, Desilet, plant growth regulator, Biolan, Ryzobofit bacterial preparation, economically valuable indicators of the yield.

УДК 665.939.4:633.11

БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ БІЛКА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОХОДЖЕННЯ СОРТУ ТА ЛІНІЇ

**В.В. Любич, кандидат сільськогосподарських наук
Уманський національний університет садівництва**

Наведено результати досліджень вмісту основних амінокислот у зерні пшениці спельти залежно від походження сорту та ліній, коефіцієнт ефективності метаболізації есенціальних амінокислот та їх біологічна цінність. Встановлено, що вміст есенціальних амінокислот змінюється від 3,81 до 5,55 %. Із есенціальних амінокислот білок пшениці спельти найбільше містить фенілаланіну та лейцину. Найвищу біологічну цінність має білок сорту NSS 6/01 та ліній LPP 3124 і LPP 3117.

Ключові слова: пшениця спельта, амінокислота, біологічна цінність білка.

Постановка проблеми. Однією з нагальних проблем людства залишається продовольча, зокрема дефіцит повноцінного білка та есенціальних нутрієнтів. Важливим напрямом її вирішення є розв'язання теоретичних і практичних завдань щодо розширення асортименту харчової продукції повноцінними білками та есенціальними нутрієнтами в сегменті масового харчування [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пшениця спельта цінна завдяки вищому вмісту білка, жиру та харчових волокон. У сучасних сортів пшениці м'якої цінні мікронутрієнти містяться в оболонках, алейроновому шарі та зародку, а в пшениці спельти вони рівномірно розподілені в зернівці, тому навіть за повторювальних помелів залишаються в борошні [2]. Крім того, що зерно пшениці спельти може містити до 28 % білка, він характеризується вищим вмістом гліадину та нижчим глютеніну, що робить клейковину слабкою, проте засвоювання її організмом людини більшою [3]. Встановлено [4], що вміст незамінних амінокислот в білку пшениці спельти змінюється від 34,4 до 38,2 %. Білок має дефіцит за лізином (амінокислотний скор 53 %) і треоніном (амінокислотний скор 66 %), проте скори інших амінокислот більший порівняно з білком пшениці. Білок найбільше містить глютамінової кислоти та проліну, які є основними функціональними компонентами під час формування тіста.

Білок пшениці унікальний за своєю природою. Однією з найважливіших його особливостей є біохімічна гетерогенність (>500 індивідуальних білків), екстремальні склад амінокислот (глютамін + пролін > 50 моль %) та їх послідовність включно з численними повторами, складні міжмолекулярна і внутрішньомолекулярна взаємодії (ковалентні й нековалентні зв'язки), широкий розподіл за молекулярною масою (~300 000–100 000 000), висока водовбирна здатність (більш як удвічі від їх маси у клейковині), здатність формувати когезивну, в'язкоеластичну масу (гідратована клейковина) після добавляння води, утворювати плівчасто-фібрилярну структуру альвеол тіста й утримувати вуглекислий газ, а також їх роль преципітувального чинника як причини хвороби целіакії у чутливих до клейковини людей [5].

Отже, одним із найважливіших параметрів якості зерна є кількісний вміст есенціальних амінокислот і його скор. Ці показники не сталі та змінюються залежно від сорту пшениці, погодних умов, агротехнології, що істотно впливають на показники біологічної цінності білка, тому вивчення особливостей амінокислотного складу білка та його біологічну цінність є актуальним.

Методика досліджень. Експериментальну частину роботи проводили в лабораторії кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва та лабораторії Інституту продовольчих ресурсів упродовж 2013–2015 рр. Взято сорти пшениці спельти, отримані методом добору з місцевих сортів – Franckenkorn, NSS 6/01 і лінії, отримані гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta* – LPP 3218, LPP 1305, LPP 3124, LPP 3117, LPP 3435, що вирощувалися в умовах Правобережного Лісостепу України. Контролем (стандартом) був районований сорт пшениці спельти Зоря України (st). Для визначення суми цистин + цистеїн та метіоніну пробу зерна окисняли надмурашиною кислотою, вміст триптофану – гідролізом лугом із 5 % розчином хлориду олова, для визначення вмісту

решти амінокислот пробу зерна піддавали гідролізу розчином 0,1 моль/дм³ HCl, що містить 2 % тіодингліколю. Визначення вмісту амінокислот проводили методом іонообмінної рідинної хроматографії на аналізаторі амінокислот ТТТ-339.

Коефіцієнт ефективності метаболізації (КЕМ) есенціальних амінокислот визначали за формулою:

$$КЕМ = \frac{\sum HA}{\sum ZA},$$

де Σ_{HA} – вміст есенціальних амінокислот, %; Σ_{ZA} – вміст замісних амінокислот, %.

Амінокислотний скор визначали за такою формулою:

$$A = \frac{\Phi}{O} \times 100,$$

де А – амінокислотний скор, %; Φ – фактичний вміст амінокислоти, мг/г білка; О – оптимальний вміст амінокислоти, мг/г білка.

Статистичну обробку результатів досліджень виконували, використовуючи пакет програми «Statistica».

Результати досліджень. Встановлено, що вміст амінокислот у зерні істотно змінювався залежно від походження сорту та лінії. Сума амінокислот в зерні пшениці спельти змінювалась від 18,36 % у сорту Зоря України до 11,50 % у лінії LPP 3117 (табл. 1). Цей показник у сортів спельти, отриманих методом добору з місцевих форм, був істотно вищим порівняно з лініями, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*. Так, у сортів пшениці спельти сума амінокислот змінювалась від 14,22 % до 18,36 % залежно від сорту, а в ліній цей показник був на 27–60 % нижчим порівняно зі стандартом ($HIP_{05}=0,73$). Основною є глютамінова кислота, вміст якої змінювався від 3,25 до 4,78 % залежно від сорту та лінії. Крім неї вміст лейцину та проліну був також вищий порівняно з іншими амінокислотами, який змінювався від 0,80 % у лінії LPP 3117 до 1,83 % у сорту Зоря України.

Із досліджуваних сортів і ліній пшениці спельти зерно сортів Зоря України та NSS 6/01 характеризувалось найвищим вмістом есенціальних амінокислот, який становив відповідно 5,55 і 5,14 %. Вміст есенціальних амінокислот у лініях, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, був на 21–45 % меншим порівняно стандарту (Зоря України). Проте з них найвищий їх вміст був у зерні лінії LPP 3124 – 4,38 %, у зерні лінії LPP 3117 – 3,81 %.

1. Вміст амінокислот у зерні пшениці спельти залежно від походження сорту та ліній (2013–2015 рр.), %

Амінокислота	Сорт або лінія								
	Зоря України (st)	NSS 6/01	Frankenkorn	LPP 3124	LPP 3218	LPP 1305	LPP 3435	LPP 3117	HIP ₀₅
Вал	0,84	0,87	0,74	0,78	0,81	0,76	0,67	0,67	0,04
Гле	0,84	0,73	0,68	0,62	0,55	0,63	0,57	0,58	0,03
Лей	1,31	1,16	1,01	1,09	1,06	1,17	0,89	0,80	0,06
Ліз	0,62	0,56	0,44	0,44	0,40	0,40	0,50	0,47	0,02
Мет	0,17	0,14	0,11	0,08	0,14	0,09	0,09	0,13	0,01
Тре	0,72	0,74	0,60	0,56	0,50	0,33	0,32	0,45	0,03
Три	0,20	0,16	0,13	0,15	0,14	0,15	0,14	0,13	0,01
Фен	0,85	0,78	0,71	0,66	0,60	0,71	0,72	0,58	0,03
Всього	5,55	5,14	4,42	4,38	4,20	4,24	3,90	3,81	0,26
Ала	0,74	0,68	0,61	0,58	0,57	0,64	0,57	0,53	0,02
Арг	0,87	0,72	0,60	0,62	0,60	0,58	0,63	0,57	0,02
Асп	0,95	0,93	0,84	0,69	0,79	0,64	0,75	0,57	0,04
Гіс	0,75	0,62	0,49	0,58	0,43	0,53	0,68	0,49	0,02
Глі	0,85	0,88	0,71	0,68	0,63	0,65	0,68	0,50	0,03
Глу	4,78	4,61	3,72	3,40	3,81	3,78	3,44	3,25	0,22
Про	1,83	1,54	1,27	1,26	1,20	1,33	0,84	0,86	0,06
Сер	0,95	0,90	0,83	0,61	0,56	0,52	0,46	0,49	0,03
Тир	0,66	0,37	0,43	0,32	0,48	0,38	0,35	0,21	0,02
Цис	0,43	0,27	0,30	0,23	0,30	0,31	0,26	0,22	0,02
Всього	18,36	16,66	14,22	13,35	13,57	13,60	12,56	11,50	0,73

Найвища метаболізація есенціальних амінокислот була в ліній LPP 3117 – 0,50 і LPP 3124 – 0,49 (рис.). Найменшим цей показник був у сорту Зоря України – 0,43, а в решти досліджуваних сортів і ліній – 0,45. Величини коефіцієнта ефективності метаболізації свідчить, що збільшення вмісту амінокислот у зерні пшениці спельти відбувається за рахунок замічних їх сполук.

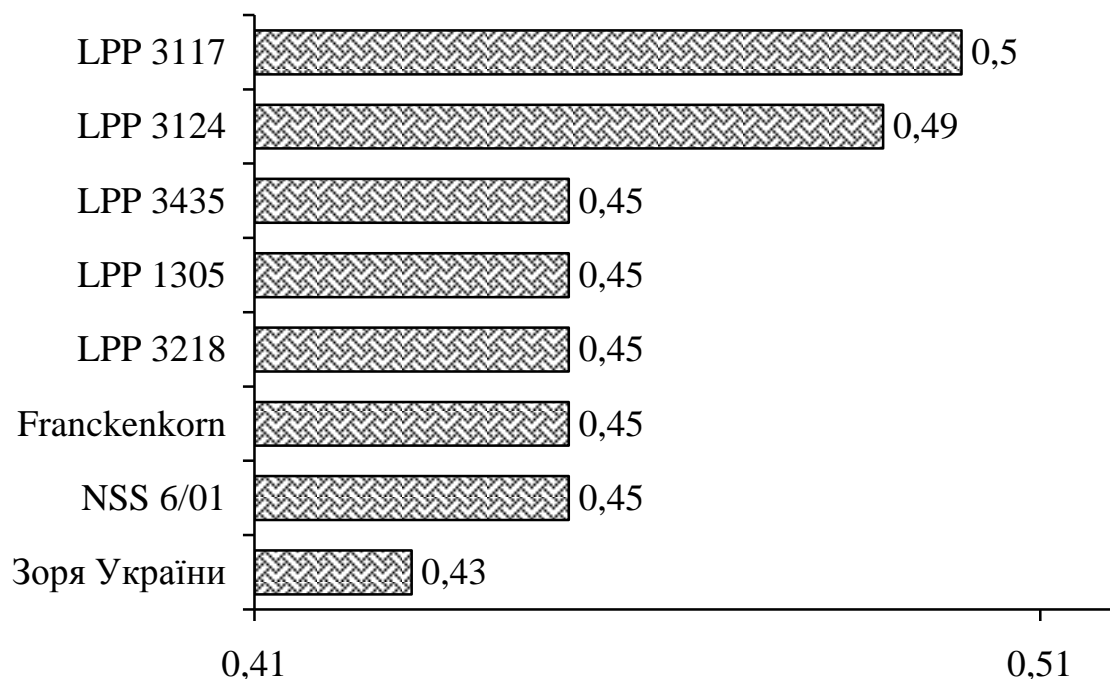


Рис. Коефіцієнт ефективності метаболізації есенціальних амінокислот пшениці спельти в зерні залежно від її походження, 2013–2015 рр.

Біологічна цінність білка визначається вмістом есенціальних амінокислот та амінокислотним скором. З'ясовано, що в білку пшениці спельти найменше міститься триптофану, вміст якого змінювався від 9 мг/г до 11 мг/г залежно від сорту та лінії (табл. 2).

2. Вміст есенціальних амінокислот у зерні пшениці спельти залежно від походження сорту та ліній (2013–2015 рр.), мг/г білка

Амінокислота	Сорт або лінія								
	Еталон за ФАО/ВООЗ	Зоря України (st)	NSS 6/01	Franckenkorn	LPP 3218	LPP 1305	LPP 3124	LPP 3435	LPP 3117
Вал	50	46	52	52	60	56	58	53	58
Іле	40	46	44	48	41	46	46	45	50
Лей	70	71	70	71	78	86	82	71	70
Ліз	55	34	34	31	29	29	33	40	41
Мет + цис	35	33	25	29	32	29	23	28	30
Тре	40	39	44	42	37	24	42	25	39
Три	10	11	10	9	10	11	11	11	11
Фен + тир	60	82	69	80	80	80	73	85	69

Вміст фенілаланіну в білку пшениці спельти був найбільшим і змінювався від 69 мг/г у сорту NSS 6/01 до 85 мг/г білка LPP 3435. Вміст решти амінокислот змінювався від 23 мг/г до 86 мг/г білка залежно від сорту та ліній.

Визначено, що лімітованою амінокислотою в білку пшениці спельти є лізин і метіонін, амінокислотний скор яких змінювався від 53 % до 94 % залежно від сорту та лінії. Встановлено, що за точності визначення вмісту амінокислот у зерні близько 5 % за скору 95 % його вважають бездефіцитним [6]. Отже, білок сорту NSS 6/01 і ліній LPP 3124 та LPP 3117 найзбалансований, тому що скор інших амінокислот бездефіцитний, а решта сортів і ліній крім лізину та метіоніну мають дефіцит ще однієї або двох амінокислоти.

3. Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту та ліній, 2013–2015 рр.

Амінокислота	Амінокислотний скор, %							
	Зоря України (st)	NSS 6/01	Frankenkorн	LPP 3218	LPP 1305	LPP 3124	LPP 3435	LPP 3117
Вал	92	104	104	119	112	117	107	117
Ле	114	110	120	101	116	116	113	126
Лей	102	99	101	112	123	117	101	99
Ліз	61	61	56	54	53	60	72	74
Мет + цис	93	70	82	93	84	66	80	87
Тре	98	111	105	92	61	105	64	98
Три	109	96	91	103	110	112	111	113
Фен + тир	137	115	134	133	134	122	142	114

Із досліджуваних форм пшениці спельти білок ліній LPP 3218, LPP 1305 і LPP 3435 був найменше збалансований, тому що лізин, метіонін і треонін були у дефіциті.

Висновки. Амінокислотний склад пшениці спельти та його біологічна цінність істотно змінюється залежно від походження сорту та ліній. При цьому вміст есенціальних амінокислот змінюється від 3,81 до 5,55 %. Із есенціальних амінокислот білок пшениці спельти найбільше містить фенілаланіну та лейцину. Найвищу біологічну цінність має білок сорту NSS 6/01 та ліній LPP 3124 і LPP 3117.

Література

1. Федорова Д. В. Нові солоні вафельні вироби «Крекиси рибні» з використанням риборослинних напівфабрикатів / Д. В. Федорова // *Electronic scientific journal*. – 2016. – № 4(9). – Р. 36–42.
2. Дробот В. И. Влияние овсяных хлопьев на технологический процесс и качество хлеба из цельносмолотого зерна спельты / В. И. Дробот, А. Б. Семенова, Л. А. Михоник // *Хранительна наука, техніка и технології* – 2013. – Пловдив, 2013. – С. 119–124.
3. Pruska-Kedzior A. Comparison of viscoelastic properties of gluten from spelt and common wheat / A. Pruska-Kedzior, Z. Kedzior, E. Klockiewicz-Kaminska // *European Food Research and Technology*. – 2008. – Vol. 227(1). – P. 199–207.
4. Escarnot E. Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review / E. Escarnot, J-M Jacquemin, R. Agneessens, M. Paquot // *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*. – 2012. – Vol. 16(2). – P. 243–256.
5. Рибалка О. І. Сучасні дослідження якості зерна пшениці у світі: біосинтез та накопичення запасних білків, структура, агрегація і реологія у зв'язку з технологією зерно продуктів / О. І. Рибалка, Б. В. Моргун, В. М. Починок // *Физиология и биохимия культурных растений*. – 2011. – Т. 3, № 6. – С. 463–477.
6. Скурихин И. М. Химический состав пищевых продуктов: справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / И. М. Скурихин, М. Н. Волгарева. – М. : Агропромиздат, 1987. – 360 с.

References

1. Fedorov, DV (2016). New salty wafer products "Krekisy fish" using fish growing semi. *Electronic scientific journal*, № 4 (9), pp. 36–42. (in Ukrainian).
2. Drobot, VI, Semenov, AB, Myhonyk, LA (2013). Influence of oatmeal on the process and the quality of bread made from whole-grain spelled. *Hranytelna science, technics and technologies*, pp. 119–124. (in Russian).
3. Pruska-Kedzior, A, Kedzior, Z, Klockiewicz-Kaminska, E (2008). Comparison of viscoelastic properties of gluten from spelt and common wheat. *European Food Research and Technology*, Vol. 227(1), pp. 199–207. (in English).
4. Escarnot, E, Jacquemin, J-M, Agneessens, R., Paquot, M (2012). Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, Vol. 16(2), pp. 243–256. (in English).
5. Rybalka, AI, Morgun, BV, Pochinok, VM (2011). Modern researches grain quality wheat in the world: biosynteze and storage of spare proteins, structure, aggregation i reolohiya due to technology grain products. *Physiology and biochemistry cultural plants*, Vo. 3, number 6, pp. 463–477. (in Ukrainian).
6. Skuryhyn, IM, Volhareva, MN (1987). *Chemical composition of products*. Moscow: Agropromizdat, 360 p. (in Russian).

Одержано 04. 04. 2016

Аннотация

Любич В. В.

Биологическая ценность белка пшеницы спельты в зависимости от происхождения сорта и линии

Приведены результаты исследований содержания основных аминокислот в зерне пшеницы спельты в зависимости от происхождения сорта и линий, коэффициент эффективности метаболизации эссенциальных аминокислот и их биологическая ценность. Основной является глутаминовая кислота, содержание которой менялся от 3,25 до 4,78 % в зависимости от сорта и линии. Кроме нее содержание лейцина и пролина был также выше по сравнению с другими аминокислотами, который менялся от 0,80 % в линии LPP 3117 до 1,83 % у сорта Заря Украины. Установлено, что содержание эссенциальных аминокислот меняется от 3,81 до 5,55 %. Из эссенциальных аминокислот белок пшеницы спельты наибольшее содержит фенилаланина и лейцина. Содержание их в зерне линий, полученных гибридизацией *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, был на 21–45 % меньше по сравнению стандарта (Заря Украина). Однако из них самый высокий их содержание было в зерне линии LPP 3124 – 4,38 %, в зерне линии LPP 3117 – 3,81 %.

Самая высокая метаболизация эссенциальных аминокислот была в линий LPP 3117 – 0,50 и LPP 3124 – 0,49. Наименьшим этот показатель был у сорта Заря Украины – 0,43, а в остальных исследуемых сортов и линий – 0,45. Результатами установлено, что величина коэффициента эффективности метаболизма свидетельствует об увеличении содержания аминокислот в зерне пшеницы спельты за счет заменимых ее соединений.

Определено, что лимитированной аминокислотой в белке пшеницы спельты является лизин и метионин, их аминокислотный скор менялся от 53 % до 94 % в зависимости от сорта и линии. Поэтому белок сорта NSS 6/01, линий LPP 3124 и LPP 3117 наилучшие сбалансирован, потому что скор других аминокислот бездефицитный, а остальные сорта и линии кроме лизина и метионина имеют дефицит еще одной или двух аминокислоты.

Ключевые слова: пшеница спельта, аминокислота, биологическая ценность белка.

Annotation

Liubich V.V.

The biological value of spelt wheat protein depending on the variety and line

The results of the study show the content of basic amino acids in spelt wheat grain according to the origin of the variety and line. The effectiveness ratio of metabolization of essential amino acids and their biological value are given. Glutamic acid is very important which content varies from 3.25 to 4.78% depending on the variety and line. Except it, leucine and proline content is also higher compared to other amino acids and changes from 0.80% in LPP 3117 line to 1.83% in Zoria of Ukraine variety. It is found that the content of essential amino acids varies from 3.81 to 5.55%. Speaking of essential amino acids, spelt wheat protein contains phenylalanine and leucine most of all. Their content in the grain of lines received in the result of hybridization *Tr. aestivum*/ *Tr. spelta* was by 21–45% less than standard (Zoria of Ukraine). However, the highest content of these amino acids is in the grain of LPP 3124 line (4.38%) and in the grain of LPP 3117 line (3.81%).

The highest metabolization of essential amino acids is in LPP 3117 line (0.50%) and LPP 3124 line (0.49%). The smallest indicator is in Zoria of Ukraine variety (0.43%) and the rest of the studied varieties and lines is 0.45%. The results show that the effectiveness ratio of metabolization indicates the increase of amino acids in spelt wheat grain due to the replaceable compounds.

It is determined that the limited amino acid proteins in spelt wheat grain are lysine and methionine. Their score varies from 53% to 94% depending on the variety and line. The protein in NSS 6/01 variety, LPP 3124 and LPP 3117 lines is more balanced because the score of other amino acids is deficit-free and the remaining varieties and lines have the deficiency of one or two amino acids, except lysine and methionine.

Key words: spelt wheat, amino acid, the biological value of protein.