

**О. А. Балабак**

кандидат с.-г. наук, завідувач відділу генетики, селекції та репродуктивної біології рослин  
Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України  
O.A.Balabak@mail.ru

УДК 631.354.2:632.945:631.811.98:633.16

**В. В. Любич**

кандидат с.-г. наук, доцент  
Уманського національного університету садівництва  
LyubichV@gmail.com

## БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ БІЛКА ФУНДУКА ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ

**Анотація.** Наведено результати досліджень вмісту білка, основних амінокислот у горіхах фундука залежно від сорту, коефіцієнт ефективності метаболізації есенціальних амінокислот та їх біологічна цінність. Встановлено, що фундук характеризується високим вмістом білка. Проте змінюється в широкому діапазоні – від 16,7 % у горіха сорту Степовий становив до 20,8 % у сорту Морозівський.

Із есенціальних амінокислот найбільше міститься лейцину, вміст якого від 8,8 г/кг у горіха сорту Степовий до 13,3 г/кг у горіха сорту Україна - 50. Вміст валіну був найменшим у горіха фундука сорту Степовий, а найбільшим у сорту Морозівський – 10,2 г/кг. Вміст фенілаланіну змінюється від 5,5 г/кг у сорту Степовий до 8,4 г/кг у сорту Дохідний і Трапезунд, а ізолейцин – від 3,6 г/кг у сорту Степовий до 8,6 г/кг у сорту Морозівський. Найменше в горіха фундука містилось метіоніну (0,1–0,3 г/кг) та триптофану (0,1–0,2 г/кг) незалежно від сорту.

У складі замінних амінокислот найбільше було глютамінової кислоти – від 47,2 г/кг у горіха сорту Давидівський до 56,9 г/кг у горіха сорту Морозівський. Аргініну та аспарагінової кислоти було менше, вміст яких істотно змінюється відповідно від 18,4 г/кг горіха фундука у сорту Веселобоковенський до 24,9 г/кг у горіха сорту Долинський та від 15,0 г/кг у горіха сорту Веселобоковенський до 21,8 г/кг у горіха сорту Морозівський. Найменше містилось цистину – від 0,6 г/кг до 3,5 г/кг залежно від сорту фундука.

Найнижчий коефіцієнт метаболізації ефективності есенціальних амінокислот у горіха фундука сорту Степовий – 0,28, а найвищий у горіха сортів Україна – 50 і Трапезунд – 0,35. Із досліджуваних сортів фундука найкращими показниками амінокислотного скору характеризуються сорти Україна – 50, Трапезунд і Морозівський.

**Ключові слова:** фундук, білок, амінокислота, амінокислотний скор.

**А. А. Балабак**

кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом генетики, селекции и репродуктивной биологии растений Национальный дендрологический парк «Софиевка» НАН Украины

**В. В. Любич**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Уманский национальный университет садоводства

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ БЕЛКА ФУНДУКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА**

**Аннотация.** Приведены результаты исследований содержания белка и аминокислот в орехе фундука в зависимости от сорта, коэффициент эффективности метаболизации эссенциальных аминокислот и их биологическая ценность. Установлено, что орехи фундука характеризуются высоким содержанием белка, но этот показатель меняется в широком диапазоне. Так, в орехе сорта Стэповый составил 16,7 %, а в орехе сорта Морозовский – 20,8 %.

Из эссенциальных аминокислот больше всего содержится лейцина, количество которого меняется от 8,8 г/кг в орехе сорта Степовый до 13,3 г/кг у сорта Украина - 50. Содержание валина было наименьшим у орехе фундука сорта Степовый, а наибольшим у сорта Морозовский – 10,2 г/кг. Содержание фенилаланина менялось от 5,5 г/кг у сорта Степовый до 8,4 г/кг в орехе сорта Доходный и Трапезунд, а изолейцин – от 3,6 г/кг в орехе сорта Степовый до 8,6 г/кг в орехе сорта Морозовский. Менше всего содержалось метионина (0,1–0,3 г/кг) и триптофана (0,1–0,2 г/кг) независимо от сорта.

В составе заменимых аминокислот больше всего было глютаминной кислоты, содержание которой меняется от 47,2 г/кг в орехе сорта Давидовский до 56,9 г/кг в орехе сорта Морозовский. Аргинина и аспарагиновой кислоты было меньше, содержание которых существенно менялось соответственно от 18,4 г/кг в орехе фундука сорта Веселобоковенский до 24,9 г/кг в орехе сорта Долинский и от 15,0 г/кг в орехе сорта Веселобоковенский до 21,8 г/кг в орехе сорта Морозовский. Менше всего содержалось цистина – от 0,6 г/кг до 3,5 г/кг в зависимости от сорта фундука. Низкий коэффициент эффективности метаболизации эссенциальных аминокислот был в орехе фундука сорта Степовый – 0,28, а самый высокий у сортов Украина – 50 и Трапезунд – 0,35. Из исследуемых сортов фундука наилучшими показателями аминокислотного скору характеризуются сорта Украина – 50, Трапезунд и Морозовский.

**Ключевые слова:** фундук, белок, аминокислота, аминокислотный скор.

**O. A. Balabak**

PhD of Agricultural Sciences, Head of the Department of Genetics, Selection and Reproductive Biology of Plants of National Dendrological Park "Sofiyvka" NAS of Ukraine

**V. V. Liubych**

PhD of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Uman National University of Horticulture

**THE BIOLOGICAL VALUE OF HAZELNUT PROTEIN DEPENDING ON CULTIVAR**

**Abstract.** The findings of the researches on the protein & amino acids content in the nuts of hazel depending on the cultivar

as well as efficient factor of essential amino acids metabolism and their biological value are cited in the article. It is established that the hazelnut is characterized by big content of protein but this index changes in a wide range. Thus, its content for the cv. 'Stepovyi' made up 16.7 % and for the cv. 'Morozivskiyi' — 20.8 %.

Leucine makes up the largest part of amino acids and its quantity varied from 8.8 g/kg (cv. 'Stepovyi') to 13.3 g/kg (cv. 'Ukraina-50'). The content of valine was minimal in the nuts of hazel cv. 'Stepovyi' and maximal minimal in the hazelnuts of the cv. 'Morozivskiyi' — 10.2 g/kg. Phenylalanin content varied from 5.5 g/kg (cv. 'Stepovyi') to 8.4 g/kg (cv. 'Dokhidnyi' and cv. 'Trapezund') and isoleucine content — from 3.6 g/kg (cv. 'Stepovyi') to 8.6 g/kg (cv. 'Morozivskiyi'). The parts of methionine and tryptophan were the least in the hazelnut — 0.1–0.3 g/kg and 0.1–0.2 g/kg correspondingly regardless of the cultivar.

The glutaminic acid made up the largest part nonessential amino acids, its content varied from 47.2 g/kg (cv. 'Davydivskiyi') to 56.9 g/kg (cv. 'Morozivskiyi'). The parts of arginine and asparaginic acids were less and their contents varied considerably from 18.4 g/kg in the nuts of hazel cv. 'Veselobokovenivskiyi' to 24.9 g/kg in the hazelnuts of cv. 'Dolynskiyi' and from 15.0 g/kg (cv. 'Veselobokovenivskiyi') to 24.9 g/kg correspondingly. The part of cystine was the least — from 0.6 g/kg to 3.5 g/kg dependently on the hazelnut cultivar.

The hazelnuts of cv. 'Stepovyi' were characterized by low efficiency factor of essential amino acids metabolism — 0.28 and the highest factor was inherent in the hazelnuts of cv. 'Ukraina-50' and cv. 'Trapezund'. Cv. 'Ukraina-50', cv. 'Trapezund' and cv. 'Morozivskiyi' are characterized by the best amino acid score indices among the hazelnut cultivars under research.

**Keywords:** hazelnut, protein, amino acid, amino acid score.

**Постановка проблеми.** Потреба в продуктах рослинного походження задовольняється не повністю, тому пошуки нових джерел сировини, виявлення, доцільність збільшення та можливість їхнього використання – проблема важлива та актуальна. Наявність в Україні сприятливих ґрунтово-кліматичних умов, позитивний досвід інших країн у промисловому виробництві горіхів, велика місткість внутрішнього ринку й динаміка зовнішнього попиту свідчать про доцільність промислового вирощування фундука для задоволення внутрішніх потреб та експорту. Крім вмісту олії, фундук має високий вміст білка, проте його цінність недостатньо вивчена.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Фундук відомий в світі надзвичайно давно, проте популярним став лише на початку ХХ ст. Основними виробниками та експортерами горіхів фундука у світі є Туреччина, Італія та Іспанія. Фундук у світовому виробництві серед горіхоплідних культур посідає третє місце після мигдалю та волоського горіха. Він є цінною культурою, яка дає важливий у харчовому відношенні продукт. Горіхи багаті на поживні речовини, а за калорійністю (понад 2930 кДж) переважають рибу і м'ясо [1].

В Україні – це нова культура. Ліщина (*Corylus domestica* Kosenko et Oraiko) відноситься до родини ліщинових (*Corylaceae*), роду ліщина (*Corylus* L.). Середня врожайність горіхів від 0,5 до 2,5 т/га [2].

Горіхи фундука широко використовуються в харчовій промисловості – близько 80 % сировини для виробництва шоколаду, 15 % – цукерок, сухого печива та ін. кондитерських виробів, а 5 % вживається безпосередньо в їжу. Ядро фундука добавляють для підсилення та покращення смакових властивостей молочних продуктів, хлібобулочних і кондитерських виробів, десертів, закусок і гарнірів [3, 4].

У горіха фундука вміст насичених жирних кислот становить менше 10 %, тоді як в оливковій олії 15 %, проте насичення олеїновою кислотою висока. Природні стероли, мононенасичені та поліненасичені жирні кислоти, які є в горіха фундука, зумовлюють зниження ризику розвитку серцево-судинних захворювань людини завдяки зменшенню рівня холестерину в крові. Використання їх в їжу не протипоказано навіть хворим на діабет. Через досить низький вміст вуглеводів фундук вживається за сучорої дієти. Отриману з горіхів олію, макуху та горіхове молоко рекомендовано використовувати в лікувальних цілях [5, 6].

Хімічний склад залежить від строку збирання врожаю, особливостей сорту, ґрунтово-кліматичних умов та елементів агротехнології. Горіх фундука є джерелом вітамінів групи В і Е. Так споживання 25 г горіхів повністю забезпечує організм людини вітаміном Е і на 25 % потреби вітаміну В6. Вміст жиру в ядрі фундука складає, в середньому, 55–67 %, а білка – 14–16 %. Амінокислоти, впливають на формування смаку та аромату горіха фундука [7, 8]. Відомо, що горіх фундука містить

усі незамінні амінокислоти, проте їхня кількість та визначення біологічної цінності білка для різних сортів не вивчена.

**Мета статті.** Вивчення вмісту білка, амінокислотного складу горіха фундука та його біологічної цінності залежно від сорту.

**Методика дослідження.** Вивчали сорти фундука, що наведено в таблицях. Вміст білка визначали за ДСТУ 4117:2007, вміст амінокислот – методом іонообмінної рідинної хроматографії на аналізаторі амінокислот Т-339. Для визначення суми амінокислот цистин + цистеїн і метіоніну пробу горіха окиснювали надмурашиною кислотою, вміст триптофану – піддавали гідролізу лугом із 5 % розчином хлориду олова, вміст решти амінокислот – розчином 0,1 моль/дм<sup>3</sup> НСІ, що містить 2 % тіодингліколю.

Коефіцієнт ефективності метаболізації (КЕМ) есенціальних амінокислот розраховували за формулою

$$КЕМ = \frac{\sum HA}{\sum ZA},$$

де  $\sum_{HA}$  – вміст есенціальних амінокислот, %;  $\sum_{ZA}$  – вміст замічних амінокислот, %.

Амінокислотний скор розраховували за такою формулою:

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

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

Математичну обробку даних проводили методом однофакторного дисперсійного аналізу [9].

**Основні результати дослідження.** Результати досліджень свідчать, що горіх фундука характеризується високим вмістом білка. Так, у горіхах сорту Степовий – 16,7 %, а в сорту Морозівський істотно вищий – 20,8 % ( $HIP_{05}=0,9$ ) або на 25 % (рис. 1). Вміст білка в горіхах решти сортів змінювався від 17,1 до 19,3 %. За цим показником заслуговують уваги сорти Морозівський, Долинський, Давидівський та Лосівський урожайний.

Вміст амінокислот в горіха фундука істотно змінювався залежно від сорту. Сума досліджуваних амінокислот змінювалась від 157,4 г/кг у горіха сорту Степовий до 197,7 г/кг у горіха сорту Морозівський (табл. 1).

Найбільший вміст незамінних амінокислот у горіхах сортів Морозівський (47,5 г/кг), Україна - 50 і Траpezунд (46,3) та Долинський (45,2 г/кг).

Із есенціальних амінокислот у горіхах найбільше містилось лейцину, вміст якого змінювався від 8,8 г/кг горіха сорту Степовий до 13,3 г/кг у сорту Україна - 50. Вміст валіну, фенілаланіну та ізолейцину істотно менший. Так, вміст валіну найменший у горіха фундука сорту Степовий, а найбільший у сорту Морозівський – 10,2 г/кг

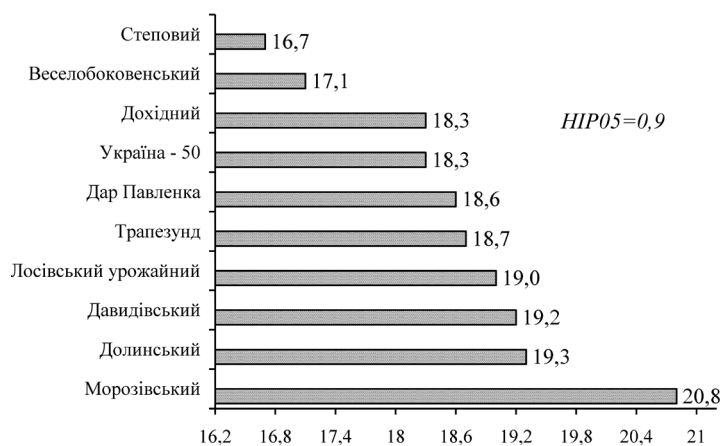


Рис. 1. Вміст білка в горіха фундука залежно від сорту (2012–2014 рр.), %

Вміст амінокислот у горіха фундука залежно від сорту (2012–2014 рр.), г/кг

Таблиця 1

Амінокислота	Сорт										HIR <sub>05</sub>
	Степовий	Веселобоківський	Дохідний	Дар Павлинка	Лозівський урожайний	Давидівський	Україна - 50	Трапезунд	Долинський	Морозівський	
Вал	6,6	7,4	6,7	7,5	8,4	8,4	8,6	7,2	8,5	10,2	0,4
Ізе	3,6	5,6	5,6	5,3	5,7	5,7	6,3	7,2	6,4	8,6	0,3
Лей	8,8	9,5	11,2	9,9	10,7	10,7	13,3	12,8	12,1	11,2	0,6
Лиз	4,3	4,1	4,3	4,3	4,3	4,3	5,4	5,6	4,5	5,0	0,2
Мет	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,9	0,1	0,3	0,1	0,0
Тре	5,5	5,6	5,9	4,6	5,7	5,7	4,2	5,0	5,6	5,8	0,3
Три	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,0
Фен	5,5	6,4	8,4	7,1	7,8	7,8	7,7	8,4	7,5	6,7	0,4
Σ <sub>e</sub>	34,6	39,1	42,4	39,1	42,7	42,7	46,3	46,3	45,2	47,5	2,1
Ала	7,4	8,4	8,5	8,2	8,2	8,2	8,1	9,1	8,5	10,3	0,4
Арг	21,6	18,4	21,5	21,0	21,9	21,9	24,1	23,3	24,9	24,1	1,1
Асп	17,6	15,0	16,9	20,5	18,4	18,4	16,9	16,6	17,9	21,8	0,9
Гіс	2,8	4,8	4,6	4,0	4,5	4,5	4,3	4,1	2,8	3,8	0,2
Глі	8,4	7,0	8,6	8,4	8,3	8,3	7,1	9,1	9,0	9,1	0,4
Глу	48,0	48,0	48,0	53,8	47,2	47,2	51,9	49,7	51,9	56,9	2,5
Про	5,6	6,2	6,2	7,0	7,2	7,2	6,8	6,4	6,6	6,2	0,3
Сер	7,1	6,3	6,9	6,4	7,0	7,0	6,9	7,7	6,6	9,1	0,4
Тир	3,7	3,9	7,0	3,8	7,0	7,0	4,7	4,8	4,8	5,4	0,3
Цис	0,6	1,6	1,6	1,1	1,7	1,7	1,0	1,2	1,6	3,5	0,1
Σ <sub>з</sub>	122,8	119,6	129,8	134,2	131,4	131,4	131,8	132	134,6	150,2	6,6
Σ <sub>в</sub>	157,4	158,7	172,3	173,3	174,1	174,1	178,1	178,0	179,6	197,7	8,7

Примітка. Σ<sub>e</sub> – сума есенціальних, Σ<sub>з</sub> – замінних, Σ<sub>в</sub> – всього амінокислот.

або на 54 % (HIR<sub>05</sub>=0,4). Вміст фенілаланіну змінювався від 5,5 г/кг у сорту Степовий до 8,4 у сорту Дохідний і Трапезунд, а ізолейцину – від 3,6 у сорту Степовий до 8,6 г/кг у сорту Морозівський. Найменше в горіха фундука метіоніну (0,1–0,3 г/кг) та триптофану (0,1–0,2 г/кг) незалежно від сорту.

У складі замінних амінокислот найбільше було глютамінової кислоти, вміст якої від 47,2 г/кг у горіха сорту Давидівський до 56,9 г/кг у горіха сорту Морозівський. Аргініну та аспарагінової кислоти менше, вміст яких істотно змінювався від 18,4 г/кг у горіха фундука сорту

Веселобоківський до 24,9 у сорту Долинський та від 15,0 у горіха сорту Веселобоківський до 21,8 г/кг у горіха сорту Морозівський. Найменше у горіхах цистину – від 0,6 до 3,5 г/кг залежно від сорту фундука.

Коефіцієнт ефективності метаболізації есенціальних амінокислот також змінювався в широкому діапазоні. Так, найнижчий він у горіха фундука сорту Степовий – 0,28, а найвищий у горіхах сортів Україна – 50 і Трапезунд – 0,35 (рис. 2). У переважній більшості сортів мали коефіцієнт ефективності метаболізації амінокислот на рівні 0,33.

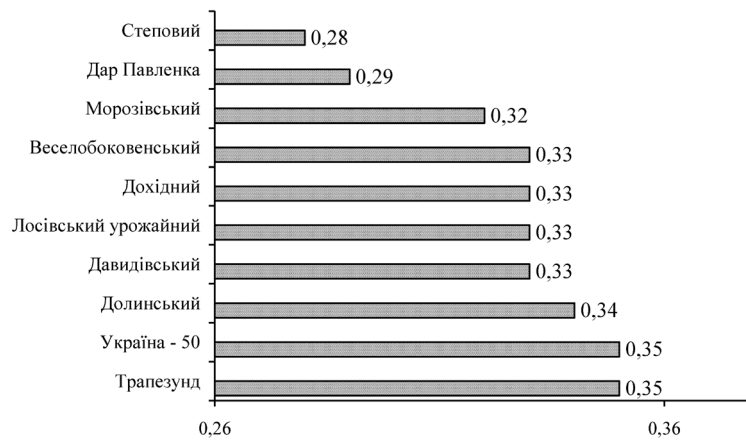


Рис. 2. Коефіцієнт ефективності метаболізації есенціальних амінокислот фундука залежно від сорту

Біологічна цінність білка фундука залежно від сорту, 2012–2014 рр.

Таблиця 2

Амінокислота	Амінокислотний скор, %										
	Еталон за ФАО/ВООЗ	Україна - 50	Степовий	Дар Павленка	Долинський	Лосівський урожайний	Давидівський	Морозівський	Трапезунд	Дохідний	Веселобоківський
Вал	50	94	79	81	88	88	88	98	77	73	87
Ізе	40	86	54	71	83	75	74	103	96	77	82
Лей	70	104	75	76	90	80	80	77	98	87	79
Ліз	55	54	47	42	42	41	41	44	54	43	44
Мет + цис	35	30	14	20	28	27	27	49	20	26	30
Тре	40	58	82	62	73	75	74	70	67	81	82
Три	10	5	6	11	10	11	10	10	11	11	12
Фен + тир	60	113	92	98	106	130	129	97	118	140	100

Розрахунок амінокислотного скору свідчить, що основною лімітуючою амінокислотою є триптофан, значення якого становило лише 5–12 % залежно від сорту фундука (табл. 2). Із сортів фундука, що досліджували, найкращі показники амінокислотного скору в горіхах сортів Україна – 50, Трапезунд і Морозівський за п'яти лімітуючими амінокислотами.

**Висновок.** Вміст білка та амінокислот в горіху фундука істотно змінюється залежно від сорту. Виділено сорти фундука з високим вмістом білка – Морозівський, Долинський, Давидівський та Лосівський урожайний. Біологічна цінність білка фундука низька – всі горіхи сортів мають 5–7 лімітуючих амінокислот. Найнижчий амінокислотний скор за вмістом триптофану – 5–12 %. Проте горіхи фундука сортів Долинський, Україна – 50 і Трапезунд мають оптимальний амінокислотний скор за трьома амінокислотами.

**Література**

1. Labell F.M. Hazelnuts supply flavor and crunch / F.M. Labell // Food Processing USA. – 1992. – Vol. 53. – P. 92–94.
2. Косенко І. С. Фундук: Прикладна генетика, селекція, технологія розмноження і виробництво / І. С. Косенко, А. І. Опалко, О.А. Опалко // – К.: Наукова думка, 2008. – С. 70–72.
3. Силагадзе М.А. Культура ореха в Западной Грузии и перспективы ее промышленного использования / М.А. Силагадзе, И.О. Берулава, А.В. Иобидзе // Пищевая промышленность. – 2005. – №8. – С.136–137.
4. Richardson D.G. The health benefit of eating hazelnuts: implications for bloodlipid profiles, coronary heart disease, and cancer risks / D.G. Richardson // Acta Horticulturae. – 1996. – Vol. 445. – P. 295–300.
5. Старостин В.В. Орешки из своего сада. Фундук и лещина: будут ли они расти в нашем климате / В.В. Старостин // Флора Price. – 2006. – № 8(79). – С. 36–39.

6. Newell F.A. Precursors of typical and atypical roasted peanut flavor / F.A. Newell, M.E. Mason, R.S. Matlock // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 1967. – Vol. 15. – P. 767–772.
7. Sabate J. Effects of walnuts on serum lipid levels and blood pressure in normalmen / J.Sabate, G.E. Fraser, K. Burke, S.F. Knutsen, H. Bennett, K.D. Lindsted // The New England Journal of Medicine. – 1993. – Vol. 328. – P. 603–607.
8. Villarroel M. Characterization of Chilean hazelnut sweet cookies / M. Villarroel, E. Biolley, S. Bravo, P. Carrasco, P. Rios // Plant Foods for Human Nutrition. – 1993. – Vol. 43. – P. 279–285.
9. Основи наукових досліджень в агрономії / [В.О. Ещенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз]. – К.: Дія, 2005. – 286 с.

**References**

1. Labell, F.M. Hazelnuts supply flavor and crunch. Food Processing USA, 1992, no. 53, pp. 92–94. (in English).
2. Kosenko, I.S., Opalko, A.I., Opalko, O.A. (2008). Hazel: applied genetics, selection, propagation technology and production. Kyev: Scientific Idea, 2008, pp. 70–72 (in Ukrainian).
3. Silagadze, M.A., Berulava, O.I., Ibiza, A.V. Walnut culture in Western Georgia and the prospects for its industrial use. Food industry, 2005, no. 8, pp. 136–137. (in Russian).
4. Richardson, D.G. The health benefit of eating hazelnuts: implications for bloodlipid profiles, coronary heart disease, and cancer risks. Acta Horticulturae, 1996. no. 445, pp. 295–300. (in English).
5. Starostin, V.V. The Nuts from your garden. Hazelnut and filbert: will they grow in our climate. Flora Price, 2006, no. 8, pp. 36–39. (in Russian).
6. Newell, F.A., Mason, M.E., Matlock, R.S. Precursors of typical and atypical roasted peanut flavor. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1967, no. 15, pp. 767–772. (in English).
7. Sabate, J., Fraser, G.E., Burke, K., Knutsen, S.F., Bennett, H., Lindsted, K.D. Effects of walnuts on serum lipid levels and blood pressure in normalmen. The New England Journal of Medicine, 1993, no. 328, pp. 603–607. (in English).
8. Villarroel, M., Biolley, E., Bravo, S., Carrasco, P., Rios, P. Characterization of Chilean hazelnut sweet cookies. Plant Foods for Human Nutrition, 1993, no. 43, pp. 279–285. (in English).
9. Eshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Opryshko, V.P. et al. (2005). Basic scientific research in agronomy. Kyiv: Diya, 2005. 286 p. (in Ukrainian).