

УДК 637.523:577.112.37:582.232

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.1.2025.126>

АМІНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ВАРЕНИХ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ ЗБАГАЧЕНИХ ХЛОРЕЛОЮ

Людмила Володимирівна Кулакова,
здобувачка ступеня доктора філософії,
<https://orcid.org/0009-0004-8499-3886>,

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
03041, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна

Юлія Володимирівна Слива,
кандидат технічних наук, доцент,
<https://orcid.org/0000-0003-2592-6822>,

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
03041, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна

Анотація. Оцінка амінокислотного складу варених ковбасних виробів є важливою складовою для визначення їх харчової цінності та поживних властивостей готового продукту. Перспективним в технології варених ковбасних виробів є використання хлорели, яка переважає за амінокислотним складом окремі види традиційно використовуваних морських водоростей. Метою статті є дослідження амінокислотного складу ковбасних виробів із додаванням хлорели. Масову частку незамінних амінокислот у контролі та дослідних зразках визначали хроматографічним методом. Амінокислотний скор, коефіцієнт його розбіжності та біологічну цінність визначали розрахунковим методом. За результатами визначення вмісту незамінних амінокислот встановлено, що дослідний зразок 1 має більшу їх кількість порівняно з контролем, а саме гістидину – на 7,37 %, ізолейцину – на 25,04 %, лізину – на 19,75 %, лейцину – на 15,63 %, треоніну – на 10,06 %, валіну – на 7,26 %, метіоніну – на 7,00 %, триптофану – на 3,60 %, фенілаланіну – на 2,07 %. Встановлено, що розроблені зразки ковбасних виробів із додаванням хлорели є джерелом лейцину, лізину та ізолейцину. Розрахунок амінокислотного скору у дослідних зразках показав, що усі незамінні амінокислоти мають значення 100 % та вище, лімітованою амінокислотою є треонін, скор якої складає 102 % для зразка 1 та 101 % для зразка 2, а найбільший скор належить гістидину – 175 % для першого зразка та 165 % для другого. Встановлено, що коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору у дослідних зразках 1 та 2 є нижчим на 2,88 % та 1,34 % у порівнянні з контролем, а показники біологічної цінності відповідно вищими на 2,88 % та 1,34 % порівняно з контролем. Отже, введення в рецептуру хлорели, дозволяє покращити амінокислотний склад готового ковбасного виробу, завдяки збалансованому набору незамінних амінокислот.

Ключові слова: варена ковбаса, морські водорості, білок, незамінні амінокислоти, біологічна цінність.

UDC 637.523:577.112.37:582.232

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.1.2025.126>

AMINO ACID COMPOSITION OF COOKED SAUSAGE PRODUCTS ENRICHED WITH CHLORELLA

Liudmyla Kulakova,

Applicants for higher education with the degree of Doctor of Philosophy,

<https://orcid.org/0009-0004-8499-3886>,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,

03041, Heroiv Oborony Str., 15, Kyiv, Ukraine.

Yuliia Slyva,

PhD in Technical Sciences, Associate Professor,

<https://orcid.org/0000-0003-2592-6822>,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,

03041, Heroiv Oborony Str., 15, Kyiv, Ukraine.

Abstract. *Evaluation of the amino acid composition of cooked sausage products is an important component for determining their nutritional value and nutritional properties of the finished product. Promising in the technology of cooked sausages is the use of chlorella, which prevails in the amino acid composition of certain types of traditionally used seaweed. The aim of the article is to study the amino acid composition of sausage products with the addition of chlorella. The mass fraction of essential amino acids in the control and experimental samples was determined by chromatographic method. The amino acid ratio, its coefficient of variation, and biological value were determined by the calculation method. According to the results of determining the content of essential amino acids, it was found that experimental sample 1 has a higher amount of them compared to the control, namely histidine - by 7.37 %, isoleucine - by 25.04 %, lysine - by 19.75 %, leucine - by 15.63 %, threonine - by 10.06 %, valine - by 7.26 %, methionine - by 7.00 %, tryptophan - by 3.60 %, phenylalanine - by 2.07 %. It was found that the developed samples of sausage products with the addition of chlorella are a source of leucine, lysine, and isoleucine. The calculation of the amino acid ratio in the experimental samples showed that all essential amino acids have a value of 100 % and above, the limited amino acid is threonine, whose ratio is 102 % for sample 1 and 101 % for sample 2, and the highest ratio belongs to histidine - 175 % for the first sample and 165 % for the second. It was found that the coefficient of amino acid scoring in experimental samples 1 and 2 is lower by 2.88 % and 1.34 % compared to the control, and the indicators of biological value are respectively higher by 2.88 % and 1.34 % compared to the control. Thus, the introduction of chlorella into the formulation allows to improve the amino acid composition of the finished sausage product due to a balanced set of essential amino acids*

Keywords: *cooked sausage, seaweed, protein, essential amino acids, biological value*

ВСТУП. Сучасні світові тенденції орієнтують м'ясопереробну галузь на виробництво безпечних, якісних та функціонально збагачених харчових продуктів. Сучасний споживач все більше орієнтується на натуральність продукції, тому виробники зменшують використання штучних консервантів, барвників та ароматизаторів. Харчові продукти збагачують вітамінами, мінералами, антиоксидантами, пробіотиками та рослинними білками, що позитивно впливає на здоров'я. Розробка нових технологій, що дозволяє зберегти властивості м'ясних продуктів без зайвих додаткових компонентів, сприяє концепції «чистого етикету» (Clean Label). Це означає, що продукти мають мінімальну кількість інгредієнтів, без штучних консервантів, барвників, ароматизаторів та інших харчових добавок (Asioli et al., 2017).

Повноцінне харчування людини залежить від надходження з їжею багатьох поживних речовин. Білок є ключовим компонентом раціону, оскільки забезпечує організм амінокислотами, необхідними для побудови та відновлення тканин (Almeida et al., 2020). Поживна якість білка визначається вмістом незамінних амінокислот, які відповідають встановленим стандартам (WHO/FAO/UNU Expert Consultation, 2007), відповідно до моделей, необхідних людському організму (Boye, et al., 2012; Gilani et al., 2012; Marinangeli et al., 2017), а також його засвоюваності та біодоступності.

Амінокислоти є основними азотовмісними елементами та структурними сполуками білків в організмі людини (Nenova & Drumeva, 2012; Vendemiatti et al., 2008). Кожна амінокислота виконує різну і важливу роль у функціонуванні організму. Незамінні амінокислоти, а саме гістидин, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, фенілаланін, треонін, триптофан і валін, не можуть бути синтезовані в організмі людини і повинні надходити з їжею (Gavelle et al., 2017; Han et al., 2015; Smith et al., 1959). З іншого боку, організм людини може виробляти незамінні амінокислоти аланін, аргінін, аспарагінову кислоту, цистеїн, глутамінову кислоту, гліцин, пролін, серин і тирозин (Boye et al., 2012).

М'ясо та м'ясопродукти за своїм амінокислотним складом є найціннішою продукцією тваринництва та джерелом високоякісного білка. Рослинні білки мають більше амінокислотних структур, однак, залежно від джерела, можуть мати дефіцит деяких незамінних амінокислот. Зернові зазвичай містять низькі рівні лізину, тоді як бобові мають дефіцит метіоніну та цистеїну (Nosworthy et al., 2017). Амінокислотний склад водоростей часто вивчали і часто порівнювали з білками інших харчових продуктів, таких як бобові або яйця (Fleurence et al., 2018). Вміст білка має високу варіабельність серед різних груп морських водоростей: у червоних морських водоростях білок складає 10–30 % сухої маси; у бурих морських водоростях складає 5–15 % сухої маси; у зелених морських водоростях складає 3–47 % сухої маси. Однак, триптофан часто є лімітуючою амінокислотою в більшості видів водоростей (Dawczynski et al., 2007; Kolb et al., 1999). Лейцин та ізолейцин зазвичай зустрічаються у високих концентраціях у червоних та зелених водоростях, тоді як метіонін, гістидин і лізин часто мають нижчі показники у бурих видах водоростей (Dawczynski et al., 2007; Mišurová et al., 2014). Цистеїн зазвичай міститься в низьких кількостях у багатьох видах морських водоростей і часто не виявляється (Kakinuma et al., 2001). Аспарагінова кислота та глутамінова кислота становлять відносно велику частку від загальної кількості амінокислот у багатьох видах морських водоростей, значною мірою сприяючи виразному смаку «умамі», пов'язаному з морськими водоростями (MacArtain et al., 2007).

Морські водорості застосовуються шляхом додавання спеціальних компонентів, попередньо витягнутих з водоростей, або шляхом включення цілих зневоднених і подрібнених водоростей (Cofrades et al., 2011).

У зв'язку з цим постає інтерес щодо порівняльної оцінки за вмістом незамінних амінокислот хлорели, як перспективного біологічно-повноцінного рослинного компонента з окремими видами морських водоростей. Результати представлено у таблиці 1.

Таблиця 1. Амінокислотний склад деяких морських водоростей

Назва незамінної амінокислоти	Вміст амінокислоти г/100 г білка			
	<i>Chlorella</i>	<i>Laminaria</i>	<i>Spirulina</i>	<i>Porphyra tenera</i>
Валін	5,5	4,2	4,0	6,4
Гістидин	2,3	1,3	2,9	1,4
Ізолейцин	4,7	2,7	1,4	4,0
Лейцин	6,8	5,4	3,7	8,7

Лізін	5,2	3,7	2,7	4,5
Метіонін	1,4	1,6	3,2	1,1
Треонін	4,7	4,4	0,9	4,0
Триптофан	0,9	0,8	1,0	1,3
Фенілаланін	3,5	3,2	3,2	3,9
Аспарагінова кислота	6,5	8,7	9,8	7,0
Глутамінова кислота	11,7	9,4	14,6	7,2

Джерело: розроблено автором на основі досліджень (Fujiwara-Arasaki et al., 1984; Misurcova et al., 2014).

З таблиці 1 видно, що *Chlorella* має дещо вищий показник гістидину та збалансоване співвідношення інших амінокислот, хоча *Porphyra tenera* перевершує хлорелу за вмістом валіну та лейцину. *Chlorella* демонструє більш високі значення практично за всіма незамінними амінокислотами (валін, ізолейцин, лейцин, лізин, треонін, фенілаланін), у порівнянні з *Laminaria* яка має нижчі значення, окрім деяких амінокислот (аспарагінова кислота). *Spirulina* вирізняється високим вмістом метіоніну та глутамінової кислоти, однак її рівні за іншими незамінними амінокислотами (ізолейцин, треонін) є суттєво нижчими ніж у *Chlorella*.

Як зазначають автори (Kulakova and Slyva, 2024) удосконалення рецептури варених ковбасних виробів за рахунок використання морської водорості хлорели, що є цінним джерелом незамінних амінокислот, антиоксидантів, харчових волокон, вітамінів, поліненасичених жирних кислот та мінералів є перспективним рішенням.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ. Дослідити вплив додавання хлорели на формування амінокислотного складу варених ковбасних виробів для оптимізації їхньої поживної цінності.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. Об'єктом дослідження були 3 зразки варених ковбас: №1 – контроль «Любительська свиняча» (ДСТУ 4436:2005); №2 – з хлорелою та лляною олією; №3 – з хлорелою та оливковою олією.

Зразки контрольної та розроблених рецептур варених ковбас представлені в таблиці 2.

Таблиця 2. Рецептури контрольного та дослідних зразків

Назва інгредієнта	Маса		
	контроль	дослід	
		1	2
<i>Сировина несолена, кг/100 кг</i>			
Свинина жилована нежирна	75	75	75
Шпик хребтовий	25	-	-
Лляна олія	-	25	-
Оливкова олія	-	-	25
Хлорела	-	1	1
<i>Прянощі та матеріали, г/100 кг несоленої сировини</i>			
Сіль кухонна	2500	2500	2500
Нітрит натрію	5,6	-	-
Аскорбінова кислота	-	50	50
Перець чорний мелений	85	85	85
Мускатний горіх	55	55	55

Джерело: Кулакова, Л., & Слива, Ю. (2024).

Масову частку незамінних амінокислот у кашах з м'ясом (контроль та дослід) визначали хроматографічним методом (DSTU ISO 13903, 2009).

Амінокислотний скор кожної незамінної амінокислоти було розраховано за формулою 1 (Wolfe et al., 2016):

$$C_j = \frac{AK_i}{AK_i^{etal}} \cdot 100, \quad (1)$$

де C_j – амінокислотний скор i -тої незамінної амінокислоти білка, %;

AK_i – вміст незамінної амінокислоти білка, мг/г білка;

AK_i^{etal} – вміст незамінної амінокислоти в “ідеальному” білку, мг/1 г “ідеального” білка (WHO, 2007).

Коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору (КРАС) розраховували за формулою 2:

$$КРАС = \frac{\sum_{j=1}^n \Delta PАС}{n}, \quad (2)$$

де $\Delta PАС$ – розбіжність амінокислотного скору амінокислоти, яку розраховували за формулою 3:

$$\Delta PАС = C_i - C_{min}, \quad (3)$$

де C_i – надлишок скору i -ої незамінної амінокислоти, %;

C_{min} – мінімальний із скорів незамінної амінокислоти досліджуваного білка щодо еталона, %;

n – кількість незамінних амінокислот.

Розрахунок біологічної цінності зразків здійснювали за формулою 4.

$$БЦ = 100 - КРАС, \quad (4)$$

де КРАС – розрахований коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору, %.

РЕЗУЛЬТАТИ. Результати визначення масової частки незамінних амінокислот у контрольному та дослідних зразках представлено на рисунку 1.

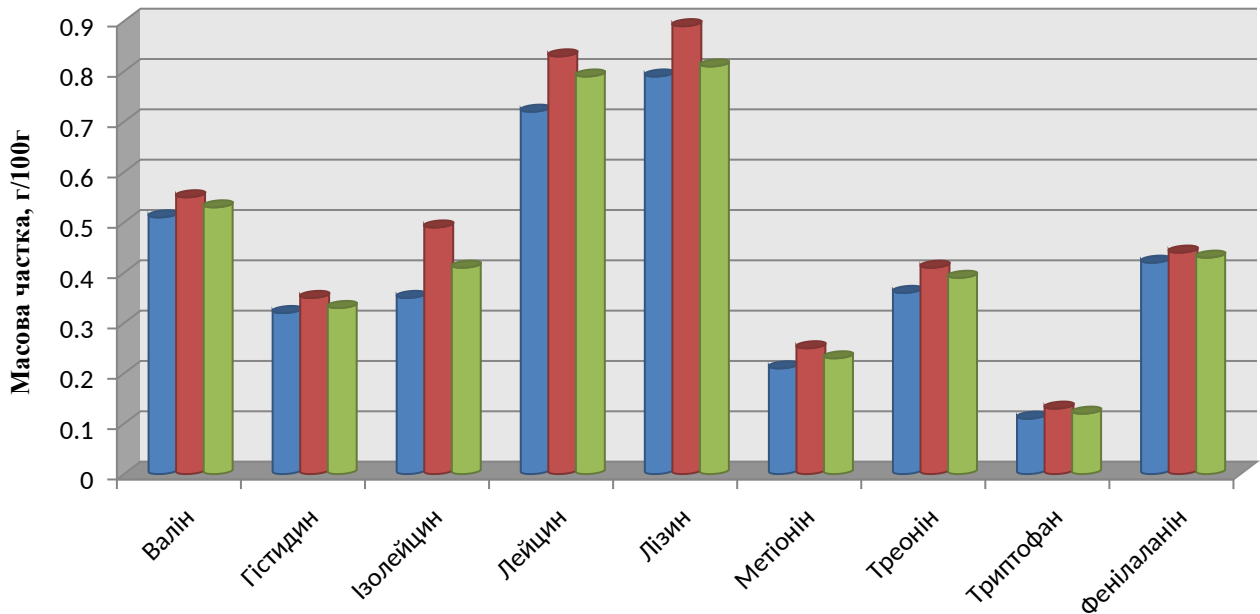


Рисунок 1. Масова частка незамінних амінокислот контрольного та дослідних зразків

Джерело: розроблено автором

Згідно з даними, наведеними на рисунку 1, у дослідному зразку 1 спостерігається значно вищий вміст незамінних амінокислот порівняно з контрольним зразком, зокрема рівень гістидину зріс на 7,37 %, ізолейцину – на 25,04 %, лізину – на 19,75 %, лейцину – на

15,63 %, треоніну – на 10,06 %, валіну – на 7,26 %, метіоніну – на 7,00 %, триптофану – на 3,60 %, фенілаланіну – на 2,07 %.

Таке підвищення вмісту незамінних амінокислот свідчить про оптимізацію білкового профілю продукту. Незамінні амінокислоти є критичними для синтезу білка, оскільки організм не здатен синтезувати їх самостійно. Особливо важливими є розгалужені амінокислоти (лейцин, ізолейцин та валін), які активують сигнальний шлях mTOR, стимулюючи анаболічні процеси в м'язовій тканині та сприяючи її відновленню після фізичних навантажень. Підвищений рівень лізину може впливати на синтез колагену та покращувати функції імунної системи, адже він бере участь у транспорті жирних кислот і утворенні структурних білків. Гістидин, поряд із іншими амінокислотами, виконує роль у підтримці кислотно-лужного балансу, має антиоксидантні властивості і може впливати на імунну відповідь. Збільшення вмісту треоніну може покращити структурну організацію білків у тканинах, сприяючи кращій функціональності клітин. Метіонін та триптофан позитивно впливають на детоксикаційні процеси та антиоксидантний захист, можуть сприяти покращенню психоемоційного стану та регулювати цикли сну, що має важливе значення для загального здоров'я. Навіть незначне підвищення фенілаланіну може позитивно вплинути на нейрохімічні процеси в організмі, забезпечуючи достатній рівень попередників для синтезу важливих гормонів та нейромедіаторів (дофаміну, норадреналіну, адреналіну).

Результати оцінки якості білка за амінокислотним скором у контролі та дослідних зразках представлено на рисунку 2.

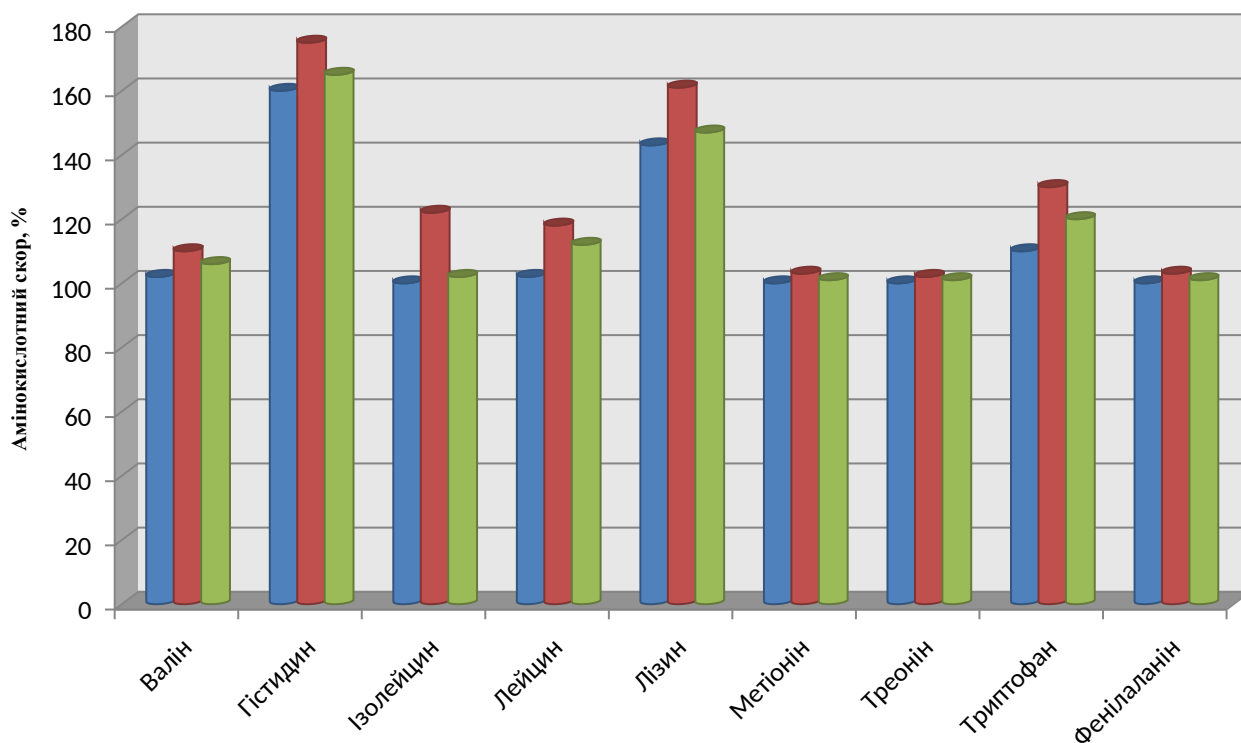


Рисунок 2. Амінокислотний скор дослідних зразків порівняно з контролем

Джерело: розроблено автором

На основі аналізу отриманих результатів слід відзначити, що всі незамінні амінокислоти у дослідних зразках мають значення амінокислотного скору (АКС) 100 % і вище, що свідчить про їхню високу біологічну цінність. Лімітованою амінокислотою у дослідних зразках є треонін, значення АКС якого становить 102 % у зразку 1 та 101 % у зразку 2. Це вказує на те, що відповідно до референтного білка потреба організму у треоніні може бути забезпечена. Найвищий АКС було зафіксовано для гістидину – 175 % у зразку 1 та 165 % у зразку 2. Таке значне перевищення може забезпечувати додаткову функціональну активність у вигляді

антиоксидантного захисту, модуляції імунної відповіді та участі в метаболічних процесах, де гістидин виступає як попередник гістаміну.

Динаміка зміни АКС у дослідних зразках (рисунок 2) корелює з попередніми результатами аналізу амінокислотного складу (рисунок 1) та демонструє збільшення у порівнянні з контрольним зразком, а саме валіну – на 8 % та 4 %, гістидину – на 15 % та 5 %, ізолейцину – на 22 % та 2 %, лейцину – на 16 % та 10 %, лізину – на 18 % та 4 %, метіоніну – на 3 % та 1 %, треоніну – на 2 % та 1 %, триптофану – на 20 % та 10 %, фенілаланіну – на 3 % та 1 %.

Для оцінки харчової адекватності загального білка варених ковбасних виробів із додаванням хлорели щодо ступеня його засвоюваності, розраховані показники та критерії його біологічної цінності, які представлено на рисунку 3.

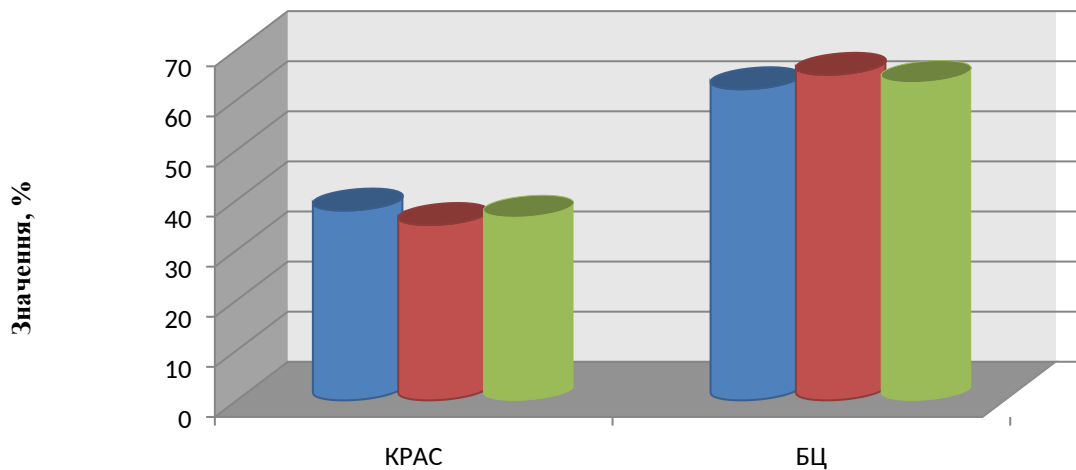


Рисунок 3. Показники біологічної цінності білків у контролі та дослідних зразках

Примітка: КРАС – коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору, БЦ – біологічна цінність.

Джерело: розроблено автором

Аналізуючи дані, представлені на рисунку 3, можна відзначити, що коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору у дослідних зразках 1 та 2 є нижчим відповідно на 2,88 % та 1,34 % порівняно з контрольним зразком.

Зниження коефіцієнта розбіжності свідчить про більш збалансований амінокислотний склад білка, що є важливим показником його повноцінності та ефективного засвоєння організмом. Це, зі свого боку, сприяло підвищенню біологічної цінності білка у дослідних зразках, а саме у зразку 1 на 2,88 % та у зразку 2 на 1,34 %.

Отже, розроблені дослідні зразки ковбасних виробів із додаванням хлорели демонструють високий потенціал як джерело незамінних амінокислот, що має як біохімічне, так і практичне значення для покращення якості харчових продуктів.

ВИСНОВКИ. Аналіз амінокислотного складу дослідних зразків ковбасних виробів із додаванням хлорели показав збільшення вмісту всіх незамінних амінокислот порівняно з контрольним зразком. Найбільше підвищення спостерігалось для ізолейцину (+25,04 %), лізину (+19,75 %), лейцину (+15,63 %), гістидину (+7,37 %) та інших амінокислот. Це свідчить про збагачення білкового профілю продукту, що покращує його харчову та біологічну цінність.

Дослідні зразки 1 і 2 мали нижчий коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору порівняно з контролем – відповідно на 2,88 % і 1,34 %. Це свідчить про більш гармонійний амінокислотний склад, що сприяє ефективнішому засвоєнню білка.

Отримані результати свідчать про те, що введення хлорели у рецептуру ковбасних виробів дозволяє покращити їх амінокислотний склад та підвищити біологічну цінність білка. Високий рівень АКС для всіх незамінних амінокислот вказує на збалансованість амінокислотного профілю, що може позитивно впливати на засвоюваність білка та його ефективне використання організмом. Отже, удосконалені технології виробництва, які включають додавання хлорели, можуть позитивно впливати на якість харчових продуктів з точки зору їх поживної цінності та функціональних властивостей.

Подяки. Висловлюємо вдячність співробітникам лабораторій кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України за всебічну допомогу в організації та проведенні досліджень.

Конфлікт інтересів. Немає.

References.

Asioli, D., Aschemann-Witzel, J., Caputo, V., Vecchio, R., Annunziata, A., Næs, T., & Varela, P. (2017). Making sense of the “clean label” trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. *Food Research International*, 99, 58-71. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.022>

Boye, J., Wijesinha-Bettoni, R., & Burlingame, B. (2012). Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. *British Journal of Nutrition*, 108(S2), S183-S211. <http://dx.doi.org/10.1017/s0007114512002309>

Cofrades, S., López-López, I., & Jiménez-Colmenero, F. (2011). Applications of seaweed in meat-based functional foods. *Handbook of marine macroalgae: Biotechnology and applied phycology*, 491-499. <http://dx.doi.org/10.1002/9781119977087.ch32>

Dawczynski, C., Schubert, R., & Jahreis, G. (2007). Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food chemistry*, 103(3), 891-899. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.041>

De Gavelle, E., Huneau, J. F., Bianchi, C. M., Verger, E. O., & Mariotti, F. (2017). Protein adequacy is primarily a matter of protein quantity, not quality: modeling an increase in plant: animal protein ratio in French adults. *Nutrients*, 9(12), 1333. <https://doi.org/10.3390/nu9121333>

DSTU 4436:2005. Boiled sausages, sausages, anchovies, meat loaves.

DSTU ISO 13903 (2009). Fodder for animals. Method for determining the content of amino acids (ISO 13903:2005, IDT).

Fleurence, J., Morançais, M., & Dumay, J. (2018). Seaweed proteins. In *Proteins in food processing* (pp. 245-262). Woodhead Publishing. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-08-100722-8.00010-3>

Fujiwara-Arasaki, T., Mino, N., & Kuroda, M. (1984). The protein value in human nutrition of edible marine algae in Japan. In *Eleventh International Seaweed Symposium: Proceedings of the Eleventh International Seaweed Symposium, held in Qingdao, People's Republic of China, June 19–25, 1983* (pp. 513-516). Springer Netherlands.

Gilani, G. S., Xiao, C. W., & Cockell, K. A. (2012). Impact of antinutritional factors in food proteins on the digestibility of protein and the bioavailability of amino acids and on protein quality. *British Journal of Nutrition*, 108(S2), S315-S332. <https://doi.org/10.1017/S0007114512002371>

Han, S. W., Chee, K. M., & Cho, S. J. (2015). Nutritional quality of rice bran protein in comparison to animal and vegetable protein. *Food chemistry*, 172, 766-769. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.127>

Kakinuma, M., Park, C. S., & Amano, H. (2001). Distribution of free L-cysteine and glutathione in seaweeds. *Fisheries science*, 67(1), 194-196. <https://doi.org/10.1046/j.1444-2906.2001.00223.x>

Kolb, N., Vallorani, L., & Stocchi, V. (1999). Chemical composition and evaluation of protein quality by amino acid score method of edible brown marine algae Arame (*Eisenia bicyclis*) and Hijiki (*Hijikia fusiforme*). *Acta Alimentaria*, 28(3), 213-222. <http://dx.doi.org/10.1556/aalim.28.1999.3.1>

Kulakova, L., & Slyva, Y. (2024). Development of formulations of cooked sausage products enriched with chlorella. *Human and nation's Health*, 3, 84-93. <https://doi.org/10.31548/humanhealth.3.2024.84>

MacArtain, P., Gill, C. I., Brooks, M., Campbell, R., & Rowland, I. R. (2007). Nutritional value of edible seaweeds. *Nutrition reviews*, 65(12), 535-543. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2007.tb00278.x>

Marinangeli, C. P., Foisy, S., Shoveller, A. K., Porter, C., Musa-Veloso, K., Sievenpiper, J. L., & Jenkins, D. J. (2017). An appetite for modernizing the regulatory framework for protein content claims in Canada. *Nutrients*, 9(9), 921. <http://dx.doi.org/10.3390/nu9090921>

Mišurcová, L., Buňka, F., Ambrožová, J. V., Machů, L., Samek, D., & Kráčmar, S. (2014). Amino acid composition of algal products and its contribution to RDI. *Food chemistry*, 151, 120-125. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.040>

Nenova, N., & Drumeva, M. (2012). Investigation on protein content and amino acid composition in the kernels of some sunflower lines. *Helia*, 35(56), 41-46. <http://dx.doi.org/10.2298/hel1256041n>

Nosworthy, M. G., Neufeld, J., Frohlich, P., Young, G., Malcolmson, L., & House, J. D. (2017). Determination of the protein quality of cooked Canadian pulses. *Food science & nutrition*, 5(4), 896-903. <https://doi.org/10.1002/fsn3.473>

Sá, A. G. A., Moreno, Y. M. F., & Carciofi, B. A. M. (2020). Plant proteins as high-quality nutritional source for human diet. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 170-184. <http://dx.doi.org/10.26782/jmcms.spl.10/2020.06.00048>

Smith, C. R., Shekleton, M. C., Wolff, I. A., & Jones, Q. (1959). Seed protein sources—amino acid composition and total protein content of various plant seeds. *Economic Botany*, 13(2), 132-150. <http://dx.doi.org/10.1007/bf02859245>

Vendemiatti, A., Rodrigues Ferreira, R., Humberto Gomes, L., Oliveira Medici, L., & Antunes Azevedo, R. (2008). Nutritional quality of sorghum seeds: Storage proteins and amino acids. *Food Biotechnology*, 22(4), 377-397. <https://doi.org/10.1080/08905430802463487>

Who, J. (2007). Protein and amino acid requirements in human nutrition. *World Health Organization technical report series*, (935), 1.

Wolfe, R. R., Rutherford, S. M., Kim, I. Y., & Moughan, P. J. (2016). Protein quality as determined by the Digestible Indispensable Amino Acid Score: evaluation of factors underlying the calculation. *Nutrition reviews*, 74(9), 584–599. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw022>.

Отримано 04.12.2024 р., прийнято до друку 15.03.2025 р.