

УДК 604.2:661.745:664.696:635.657

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.3.2026.131>

ОЦІНКА ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ТА АМІНОКИСЛОТНОЇ ЗБАЛАНСОВАНOSTІ БІЛКА ГОЛУБЦІВ ІЗ ПРОРОЩЕНИМ НУТОМ І КОМПОЗИЦІЄЮ ГІДРОКОЛОЇДІВ

Ігор Анатолійович Калюжняк

здобувач PhD

<http://orcid.org/0009-0001-8559-7883>Національний університет біоресурсів і природокористування України,
03041, вул. Виставкова, 16, м. Київ, Україна**Марина Єгорівна Сердюк**

доктор технічних наук, професор

<http://orcid.org/0000-0002-6504-4093>Національний університет біоресурсів і природокористування України,
03041, вул. Виставкова, 16, м. Київ, Україна

Анотація. Актуальною проблемою вдосконалення традиційних заморожених м'ясо-рослинних напівфабрикатів є підвищення харчової цінності шляхом обґрунтованого вибору інноваційних інгредієнтів, оцінювання вмісту нутрієнтів і збалансованості білка.

Мета дослідження полягала в оцінці харчової цінності та амінокислотної збалансованості білка голубців із пророщеним насінням нуту, β -глюканом і псиліумом. Основою фаршевих систем контрольного і дослідного варіантів була м'ясна сировина. Рослинною складовою контролю був білий шліфований рис, досліді – пророщений нут. У якості структуроутворювачів у контролі використано фосфатний препарат, в досліді – композицію β -глюкану та псиліуму. Визначали вміст основних макронутрієнтів та амінокислотний склад білкової складової голубців. Визначення проводили у п'яти незалежно виготовлених лабораторних партіях кожного варіанта ($n = 5$). Оцінку статистичної значущості відмінностей – методом однофакторного дисперсійного аналізу з подальшим тестом Тьюкі за $p < 0,05$. Було визначено статистично достовірне зростання вмісту білка на 11,9%, харчових волокон – в 2,54 рази та зниження вмісту вуглеводів майже на 32% в дослідних зразках голубців.

Встановлено зростання вмісту визначених амінокислот у дослідних зразках із максимальним позитивним ефектом для лізину, аргініну та аспарагінової кислоти. Показано, що амінокислотний СКОР білка обох зразків був вищим за 100%. Мінімальний амінокислотний СКОР у дослідних зразках голубців знизився з 118,5 до 117,1 %, а СКОР метіоніну та цистину з 137,6 до 117,1%. Коефіцієнт розбіжності амінокислотного СКОР у зразків дослідного варіанту був нижчим на 9,3%, а розрахункова біологічна цінність білка та коефіцієнт утилітарності були вищими порівняно з контрольним зразком відповідно на 4,2% і 0,6%. Отже, використання пророщеного нуту та гідроколоїдів підвищує харчову цінність і амінокислотну збалансованість білка в голубцях.

Практичне значення результатів полягає в можливості використання розробленої рецептурної композиції для виробництва голубців із підвищеною харчовою цінністю.

Ключові слова: пророщене насіння нуту, β -глюкан, псиліум, заморожений м'ясо-рослинний напівфабрикат, амінокислоти, макронутрієнти.

UDC 604.2:661.745:664.696:635.657

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.3.2026.131>

EVALUATION OF THE NUTRITIONAL VALUE AND AMINO ACID BALANCE OF PROTEIN IN CABBAGE ROLLS WITH GERMINATED CHICKPEAS AND A HYDROCOLLOID COMPOSITION

Ihor Kaliuzhniak

Postgraduate student

<http://orcid.org/0009-0001-8559-7883>

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
03041, Vystavkova St., 16, Kyiv, Ukraine*

Marina Serdyuk

Doctor of Technical Sciences, Professor

<http://orcid.org/0000-0002-6504-4093>

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
03041, Vystavkova St., 16, Kyiv, Ukraine*

Abstract. A pressing issue in improving traditional frozen meat-and-plant semi-finished products is enhancing their nutritional value through the evidence-based selection of innovative ingredients, while evaluating their nutrient content and protein balance.

The aim of this research was to evaluate the nutritional value and amino acid balance of the protein in holubtsi formulated with sprouted chickpea seeds, β -glucan, and psyllium. The minced meat base for both the control and experimental variants consisted of raw meat. The plant-based component in the control sample was polished white rice, while the experimental sample utilized sprouted chickpeas. A phosphate preparation was used as a binding agent in the control sample, whereas a β -glucan-psyllium composite was used in the experimental variant. The content of basic macronutrients and the amino acid composition of the protein component in the holubtsi were determined. These analyses were conducted across five independently manufactured laboratory batches for each variant ($n = 5$). The statistical significance of the differences was evaluated using a one-way analysis of variance, followed by Tukey's test at $p < 0,05$. A statistically significant 11,9% increase in protein content, a 2,54-fold increase in dietary fiber, and a nearly 32% reduction in carbohydrate content were observed in the experimental holubtsi samples.

An increase in the total number of identified amino acids was observed in the experimental samples, with the most pronounced positive effects for lysine, arginine, and aspartic acid. The results indicate that the amino acid score of the protein in both samples exceeded 100%. The minimum amino acid score in the experimental holubtsi samples decreased from 118,5% to 117,1%, and the methionine and cystine scores decreased from 137,6% to 117,1%. The divergence coefficient of the amino acid score in the experimental variant was 9,3% lower, while the calculated biological value of the protein and the utility coefficient were 4,2% and 0,6% higher, respectively, compared to the control sample. Thus, incorporating sprouted chickpeas and hydrocolloids successfully increases the nutritional value and amino acid balance of the protein in holubtsi.

The practical significance of these results lies in the potential to utilize this newly developed recipe for the commercial production of holubtsi with enhanced nutritional properties.

Keywords: sprouted chickpea seeds, β -glucan, psyllium, frozen meat-vegetable semi-finished product, amino acids, macronutrients.

ВСТУП. Серед сучасних напрямків вдосконалення технологій заморожених м'ясо-рослинних напівфабрикатів найбільш перспективним вважається створення інноваційного продукту з підвищеною харчовою цінністю, зручного для споживання, стабільного при тривалому зберіганні за низьких температур. Конструювання таких інноваційних продуктів

найчастіше базується на принципі харчової комбінаторики, що полягає в заміні традиційних малоцінних інгредієнтів на інгредієнти з підвищеними функціональними властивостями (Bal-Prylpyko, et al., 2025; Mishra, B. P., et al., 2023)

В українській кухні голубці є традиційною другою стравою, яка вважається культурним символом і елементом нематеріальної спадщини. Їх класична рецептура передбачає поєднання м'ясної сировини, підготовленого білого рису, овочів і капустиної оболонки. Білий шліфований рис виступає основним серед структуроутворюючих інгредієнтів фаршу та регулює його вологоутримувальну здатність. Проте, він містить багато крохмалю, та відповідно, характеризується високим глікемічним індексом, натомість вміст білку та харчових волокон є доволі низьким. Крім того, білкова складова даної культури характеризується незбалансованістю амінокислотного складу, зокрема недостатнім вмістом лізину (Jayaprakash, G., et al., 2022).

Найбільш перспективним альтернативним інгредієнтом є нут (*Cicer arietinum L.*). Він характеризується більш високим, порівняно з білим рисом, вмістом білкових речовин, складних вуглеводів, харчових волокон і мінеральних речовин. Більш збалансований білковий профіль нуту формує передумови для раціонального доповнення амінокислотного профілю м'ясної сировини (Begum et al., 2023; Jha et al., 2024). Поряд з цим, загально відомим фактом залишається те, що харчова цінність насіння нуту знижується наявністю так званих антинутрієнтів, зокрема фітинової кислоти та інгібіторів протеолітичних ферментів, які зменшують біодоступність важливих нутрієнтів (Pérez-Ramírez et al., 2023). Додаткового підвищення харчової цінності насіння нуту, покращення його технологічних властивостей та зниження вмісту антинутрієнтів можна досягти шляхом пророщування (Avezum et al., 2023).

Введення до складу рецептурної композиції фаршу пророщеного насіння нуту супроводжується змінами співвідношення білкових речовин, крохмалю та харчових волокон, а отже потребує корегування його вологоутримувальних та структурно-механічних властивостей. З цією метою в сучасних літературних джерелах пропонується використання природних гідрокоолідів, зокрема β -глюкану та псиліуму. Так, β -глюкан покращує в'язкість водної фази та відіграє важливу роль у формуванні необхідної структури. У свою чергу, псиліум підвищує вологоутримувальні властивості фаршів, тобто компенсує технологічні функції фосфатів (Lante et al., 2023; Correa et al., 2025).

Незважаючи на наявний достатньо широкий обсяг наукової інформації щодо використання насіння нуту, псиліуму та β -глюкану в м'ясних та м'ясо-рослинних системах, відомості про їх одночасне введення до рецептурних композицій фаршів носять фрагментарний характер. Також цікавим і недостатньо з'ясованим залишається питання впливу заміни білого шліфованого рису пророщеним насінням нуту, а фосфатного препарату природними гідрокоолідами на зміни харчової цінності фаршу та збалансованість його амінокислотного складу. Це визначає актуальність проведення відповідного наукового експерименту.

Мета дослідження полягала в оцінці харчової цінності та амінокислотної збалансованості білка голубців із пророщеним насінням нуту, β -глюканом та псиліумом.

Основними задачами дослідження було визначити вміст основних макронутрієнтів голубців контрольного та дослідного зразків, а також їх амінокислотний склад; провести оцінку збалансованості білкової складової голубців, виготовлених за контрольною та дослідною рецептурою на основі розрахованих амінокислотних СКОРів, коефіцієнту розбіжності амінокислотного СКОРу, біологічної цінності білка та коефіцієнту утилітарності.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. Наявні результати сучасних наукових досліджень свідчать про перспективність використання нуту в якості складової частини рецептур харчових продуктів комбінованого складу.

Так, результатами досліджень Begum et al. (2023) було продемонстровано наявність в насінні нуту високої масової частки білка, харчових волокон, аргініну, глутамінової та

аспарагінової кислот. Проте, дослідники зазначають низьку забезпеченість білкової складової нуту сірковмісними амінокислотами. Це створює передумови для комплексного використання насіння нуту з тваринними продуктами, але при цьому не надає чіткої та точної інформації щодо збалансованості амінокислотного складу конкретного харчового продукту.

Можливість використання продуктів переробки нуту при виробництві м'ясних продуктів досліджували також Yazdanpanah et al. (2022) та Mariod і Abd Elagdir (2024). При цьому, було показано, що додавання 6 % нутового борошна до фаршу ковбасних виробів супроводжувалось підвищенням масової частки білка та формуванню кращої консистенції. Підвищенню вмісту білка, а також зниженню втрат під час теплової кулінарної обробки сприяла також часткова заміна м'яса верблюда насінням нуту в бургерах. Проте, в обох роботах зазначається зниження біодоступності білкової складової за рахунок наявних у нуті антинутриєнтів.

Дослідження впливу процесу пророщування на харчову цінність бобових культур систематизовано в працях Avezum et al. (2023) та Gunathunga et al. (2024). Відповідно до отриманих результатів, пророщування сприяє підвищенню перетравлюваності білка та крохмалю, біодоступності інших основнихнутриєнтів та зниженню вмісту антинутриєнтів, зокрема фітатів та інгібіторів травних ферментів. Поряд з цим, автори зазначають, що спрямованість, швидкість та глибина змін визначається видовими та сортовими особливостями сировини, умовами та режимами процесу пророщування. Результати даних наукових досліджень констатують перспективність використання пророщеної бобової сировини для виробництва харчових продуктів. Однак м'ясо-рослинні системи в якості об'єктів досліджень не розглядались.

Питання використання природних харчових волокон для регулювання властивостей м'ясних і м'ясо-рослинних систем є окремим напрямом сучасних інновацій. Дослідженнями Marczak і Mendes (2024) встановлено позитивний вплив природних гідроколоїдів на властивості м'ясних систем. Зокрема, було доведено, що різні види гідроколоїдів підвищують вологоутримувальну та жирутримувальну здатності фаршів, знижують рівень втрат після термічної обробки та формують консистенцію готових виробів. При цьому рівень встановленого технологічного ефекту корелює з природою, структурою та концентрацією волокон, а також з природними властивостями та хімічним складом самого продукту. В дослідженнях наведено аналіз впливу β -глюкану та псиліуму як окремих інгредієнтів для різних продуктів, тому ефективність їх комплексного використання у складі єдиної дослідної рецептури залишається не з'ясованою.

В дослідженнях Zhou et al. (2021) та Bi et al. (2024) проаналізовано механізм дії псиліуму в м'ясних системах. В роботах показано, що введення псиліуму супроводжується структурною перебудовою міофібрилярних білків, підвищенням стабільності структурних властивостей після термічної обробки. Отже, наведені результати чітко демонструють структуроутворювальні властивості псиліуму, проте позитивний ефект встановлений за додаткового впливу ультразвукової обробки. З погляду на це, наведені результати не можуть бути використані для комплексних багатокомпонентних систем без додаткових досліджень.

Результати наукових досліджень, які присвячені використанню псиліуму в м'ясних системах висвітлено в публікаціях Jovanovichs et al. (2023) та Zhao et al. (2025) Зокрема показано, що заміна 15÷30% тваринного жиру в фаршевих системах саямі гелем псиліуму супроводжується поліпшеннямнутриєнтного профілю. Поряд з цим, за максимального рівня заміни автори констатують активізацію окисних процесів ліпідів і погіршення органолептичних показників виробів. Введення 0,75÷1,50 % псиліуму до рецептурної композиції м'ясних хлібів замість фосфатів сприяло зменшенню втрат після термічної обробки, формуванню необхідної консистенції та підвищенню окисної стабільності при подальшому зберіганні. Таким чином, на думку авторів, псиліум може компенсувати технологічні функції фосфатів, проте механізм комбінованого впливу псиліуму та β -глюкану авторами не розглядався.

Отже, результатами аналізу сучасних літерних джерел підтверджено ефективність використання насіння нуту при виробництві м'ясо-рослинних харчових продуктів, позитивний вплив процесу пророщування на зміни його нутрієнтного складу та функціональні властивості, а також функціонально-технологічну доцільність використання природних гідроколідів. Проте дослідження за даними напрямками були проведені на модельних білкових системах, ковбасних виробках і бургерах. При цьому поза увагою дослідників залишалось питання комплексного впливу пророщеного насіння нуту, β -глюкану та псиліуму на зміни харчової цінності та збалансованості амінокислотного складу білкового компоненту заморожених м'ясо-рослинних напівфабрикатів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. Об'єктом дослідження виступали заморожені м'ясо-рослинні напівфабрикати – голубці, виготовлені за контрольною та дослідною рецептурами (табл. 1).

Таблиця 1. Рецептурні композиції контрольного та дослідного зразка

Найменування інгредієнтів	Вміст інгредієнтів у зразках, %	
	контроль (КР)	дослід (ДР)
Яловичина жилована, 1 сорту, охолоджена	16,780	16,780
Філе грудки курчат-бролерів без шкіри, охолоджене	11,187	11,187
Рис білий шліфований, підготовлений	23,623	–
Насіння нуту пророщене	–	22,761
β -глюкан (за активною речовиною)	–	0,268
Псиліум (за активною речовиною)	–	0,804
Фосфатний препарат	0,210	–
Цибуля	7,000	7,000
Морква	3,500	3,500
Вода	5,250	5,250
Сіль кухонна	1,260	1,260
Спеції	0,490	0,490
Олія рослинна	0,700	0,700
Фаршева частина разом	70,000	70,000
Капуста підготовлена	30,000	30,000
Разом	100,000	100,000

Джерело: розроблено автором

Основою фаршевої системи як контрольного так і дослідного варіанту була м'ясна сировина, оптимальна загальна кількість якої була встановлена попередніми дослідженнями в кількості 27,967% зі співвідношенням яловичини та курятини 60:40. У якості рослинної складової контрольний зразок містив термічно оброблений білий шліфований рис, дослідний – пророщене насіння нуту. Рецептурний вміст рослинної складової встановлено попередніми дослідженнями. У якості структуроутворювачів до складу контрольного зразка було введено фосфатний препарат, а в дослідний – композицію β -глюкану та псиліуму зі співвідношенням останніх 1:3.

Використана для досліджень основна та допоміжна сировина за вимогами відповідала чинному нормативному законодавству України: ДСТУ 4426:2005 «М'ясо. Яловичина у відрубках. Технічні умови» (State Standard of Ukraine, 2005), ДСТУ 3143:2025 «М'ясо птиці. Загальні технічні умови» (State Standard of Ukraine, 2025), ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості» (State Standard of Ukraine, 2014), ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна. Загальні технічні умови» (State Standard of Ukraine, 2015).

Для створення дослідних зразків використовували β -глюкан у вигляді концентрату Oat Beta Glucan 70% (Garuda International, Inc., США; дистриб'ютор в Україні – Azelis Food & Nutrition Ukraine, SKU BP417976). Відповідно до інформації виробника, масова частка β -глюкану в концентраті становила 70%, що було враховано при розрахунку рецептурної кількості інгредієнта.

Рецептурну кількість β -глюкану перераховували на вміст хімічно-чистого β -глюкану використовуючи формулу:

$$PM_{\beta\text{-глюкану}} = PM_{\text{концентрату}} \cdot 0,70 \quad (1)$$

де, $PM_{\beta\text{-глюкану}}$ – рецептурна маса хімічно чистого β -глюкану;

$PM_{\text{концентрату}}$ – рецептурна маса концентрату, г/100г;

0,70 – завлений вміст хімічно-чистого β -глюкану в концентраті.

Псиліум використовували у вигляді сухого світло-бежевого порошка з розміром часток $148 \div 150$ мкм ($0,148 \div 0,15$ мм), який виготовлений із оболонки насіння подорожника овального (*Plantago ovata*) Stark Pharm Psyllium Husks Powder 90% (ТОВ «Велнесфарм», Україна). Псиліум офіційно визнаний FDA джерелом розчинних харчових волокон і використовується як харчова рослинна сировина в нормативному полі України, ЄС та США (European Commission, 2018, U.S. Food and Drug Administration, 2018, U.S. Food and Drug Administration, 2024).

Для приготування дослідних зразків виконували зачищення, обвалювання та жилування м'ясної сировини. Далі її подрібнювали на вовчку з діаметром отворів решітки 5 мм. Отриманий яловичий та курячий фарш змішували в співвідношенні 60:40. Температура м'ясної сировини на всіх етапах підготовки повинна бути < 8 °С. Білий шліфований рис для контрольного зразка промивали, доводили до необхідного ступеня готовності шляхом варіння впродовж $10 \div 12$ хв. за гідромодуля 1:2. Пророщений та підготовлений нут промивали, видаляли поверхневу вологу та подрібнювали до часток розміром $3 \div 5$ мм.

Цибулю мили, очищували та подрібнювали на вовчку з діаметром отворів решітки 5 мм. Моркву мили, очищували та подрібнювали на терці. Фосфатний препарат розчиняли в невеликій кількості води, яка урахована в складі рецептури, температурою $4 \div 8$ °С. Рецептурні кількості β -глюкану і псиліуму поступово розчиняли у воді, передбаченій у рецептурі, з температурою $4 \div 8$ °С за постійного перемішування впродовж $3 \div 5$ хвилин та витримували $20 \div 30$ хвилин для гідратації. Процес приготування фаршу включав наступні етапи: додавання до подрібненої м'ясної основи солі, перемішування $2 \div 3$ хв., додавання до контрольного зразка фосфатного препарату, до дослідного – гідратованої композиції природних гідроколідів, внесення всієї залишкової рецептурної кількості води, перемішування $3 \div 4$ хв., додавання підготовлених овочів, спецій, олії, введення підготовлених зернових інгредієнтів – рису та пророщеного насіння нуту, перемішування $8 \div 10$ хв. Температура готового фаршу повинна бути < 12 °С. Листя капусти, відокремлені від головки, бланшували у воді за температури $95 \div 98$ °С впродовж $3 \div 5$ хв. та швидко охолоджували льодяною водою до температури 20 ± 1 °С. У підготовлені листя виконували дозування фаршу відповідно до рецептури (табл. 1) та виконували формування голубців. Сформовані напівфабрикати заморожували в швидко морозильному апараті Rauder SRS ATT05 до температури в геометричному центрі мінус 18 ± 1 °С. Контроль температури виконували вбудованим термощупом. Тривалість процесу становила 85 хв. Заморожені контрольні та дослідні зразки напівфабрикатів пакували та зберігали в морозильній камері за температури мінус 18 ± 1 °С впродовж 24 годин. Перед проведенням експериментальних досліджень виконували теплову обробку зразків в пароконвекційному режимі за температури 160 ± 2 °С, відносній вологості $60 \div 70\%$ до досягнення температури в геометричному центрі 75 ± 1 °С. Після термічної обробки голубці охолоджували до температури $18 \div 20$ °С та готували об'єднану лабораторну пробу. Для її приготування відбирали щонайменше п'ять екземплярів виробів, подрібнювали всі частини виробів без виключення капустяної оболонки.

У підготовлених лабораторних пробах визначали масову частку вологи контрольним термогравіметричним методом, білку – стандартним методом К'ельдаля, жиру – методом Сокслета на аналізаторі жиру SOX 406, золи – ваговим методом після мінералізації проби в муфельній печі за температури 500÷600 °С, харчових волокон – ферментативно-гравіметричним методом згідно АОАС Official Method 985.29 (Bal-Prylypko, et al., 2023). Визначення вмісту вуглеводів виконували розрахунковим методом. Амінокислотний склад білкової складової визначали методом іонообмінної хроматографії відповідно до нормованого документу (AOAC International, 1994).

Розрахунок амінокислотного СКОРу (AAS_i) виконували за формулою 2:

$$AAS_i = \frac{AA_i}{AA_{i,ref}} \cdot 100 \quad (2)$$

де, AA_i – вміст певної незамінної амінокислоти в білковій складовій аналізованого зразка, мг/г білка;

$AA_{i,ref}$ – вміст незамінної амінокислоти в еталонному білку, мг/г білка.

Для розрахунку коефіцієнту розбіжності амінокислотного СКОРу ($CAASD$, %) використовували формулу 3:

$$CAASD = \frac{\sum_{i=1}^n (AAS_i - AAS_{min})}{n} \quad (3)$$

де, AAS_{min} – значення мінімального амінокислотного СКОРу серед аналізованих незамінних амінокислот, %;

n – кількість незамінних амінокислот, або їх груп.

Показник біологічної цінності білкової складової (BV_{calc}) аналізованих зразків розраховували за формулою 4:

$$BV_{calc} = 100 - CAASD \quad (4)$$

Розрахунок коефіцієнту утилітарності амінокислотного складу білка (U) виконували за формулою 5:

$$U = \frac{AAS_{min} \sum_{i=1}^n AA_{i,ref}}{100 \sum_{i=1}^n AA_i} \quad (5)$$

Експериментальні визначення проводили не менше ніж у п'яти повтореннях, які являли собою п'ять незалежно виготовлених лабораторних партій кожного варіанта ($n = 5$). Розрахунки виконували в Microsoft Excel (Microsoft, США). Результати визначень подавали як $\bar{X} \pm SD$. Статистичну значущість відмінностей оцінювали методом однофакторного дисперсійного аналізу з подальшим тестом Тьюкі за $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОБГОВОРЕННЯ. Результати визначення масової частки основних нутрієнтів, які формують харчову цінність голубців представлено в таблиці 2. Введення до складу рецептурної композиції пророщеного нуту та композиції гідроколоїдів супроводжувалось статистично достовірною зміною харчової цінності голубців.

Таблиця 2. Вміст основних макронутрієнтів у голубцях

Аналізований показник	КР	ДР	НІР _{0,05}
Масова частка вологи, %	68,60±0,48 ^b	69,23±0,38 ^a	0,63
Масова частка білка, г/100 г	10,02±0,16 ^b	11,21±0,21 ^a	0,27

Масова частка жиру, г/100 г	3,37±0,08 ^b	3,55±0,07 ^a	0,11
Масова частка золи, г/100 г	2,34±0,07 ^a	2,31±0,04 ^a	0,08
Масова частка харчових волокон, г/100 г	1,65±0,19 ^b	4,19±0,13 ^a	0,24
Розрахунковий вміст вуглеводів, г/100 г	14,01±0,58 ^a	9,51±0,51 ^b	0,80

Джерело: розроблено автором на основі експериментальних досліджень

Так, в дослідних зразках голубців було встановлено статистично достовірне зростання масової частки білка на 11,9% ($p < 0,05$) порівняно з контрольними зразками.

Максимальний позитивний ефект від зміни рецептурних інгредієнтів встановлено для масової частки харчових волокон. При цьому значення даного показника в дослідних зразках перевищувало контрольні в 2,54 рази ($p < 0,05$), що пов'язано з внесенням інгредієнтів, які вважаються джерелами харчових волокон. Поряд з цим, відзначено зниження розрахункового вмісту вуглеводів майже на 32% ($p < 0,05$).

Отримані експериментальні дані свідчать про незначне (0,63 в.п.), проте статистично достовірне зростання масової частки вологи в дослідних голубцях.

Зміни масової частки жиру в дослідних зразках також були незначними, проте статистично достовірними. При цьому абсолютна різниця з контрольними зразками становила 0,18 г/100 г і не мала технологічного значення.

Між масовою часткою золи в контрольних та дослідних зразках статистично достовірної різниці не було встановлено. Таким чином, заміна рецептурних інгредієнтів голубців не супроводжувалась змінами вмісту мінеральних речовин.

З метою визначення біологічної цінності білкового компоненту голубців було визначено вміст амінокислот (табл. 3).

Таблиця 3. Амінокислотний склад голубців

Назва незамінної амінокислоти	Вміст амінокислоти, г/100 г		НІР _{0,05}
	КР	ДР	
Гістидин	0,310±0,021 ^a	0,336±0,040 ^a	0,047
Ізолейцин	0,425±0,005 ^b	0,470±0,020 ^a	0,021
Лейцин	0,755±0,023 ^b	0,806±0,030 ^a	0,039
Лізин	0,650±0,011 ^b	0,795±0,032 ^a	0,035
Метіонін	0,205±0,003 ^a	0,190±0,004 ^b	0,005
Цистин	0,112±0,006 ^a	0,112±0,032 ^a	0,034
Фенілаланін	0,410±0,031 ^b	0,448±0,015 ^a	0,036
Тирозин	0,320±0,041 ^a	0,336±0,025 ^a	0,049
Треонін	0,390±0,005 ^b	0,437±0,012 ^a	0,013
Триптофан	0,108±0,007 ^a	0,114±0,011 ^a	0,013
Валін	0,475±0,006 ^b	0,526±0,004 ^a	0,007
Аланін	0,540±0,031 ^b	0,594±0,005 ^a	0,032
Аргінін	0,500±0,024 ^b	0,638±0,004 ^a	0,025
Аспарагінова кислота	0,820±0,054 ^b	1,019±0,006 ^a	0,056
Глутамінова кислота	1,550±0,024 ^b	1,691±0,021 ^a	0,033
Гліцин	0,450±0,002 ^b	0,482±0,005 ^a	0,006
Пролін	0,405±0,011 ^b	0,470±0,009 ^a	0,015
Серин	0,380±0,002 ^b	0,437±0,006 ^a	0,007
Сума амінокислот	8,805	9,901	

Джерело: розроблено автором на основі експериментальних досліджень

Наведені результати констатують, що сумарний вміст визначених амінокислот у дослідних зразках голубців був на 12,4% вищим порівняно з контрольними зразками. Максимальне статистично достовірне зростання було встановлено для аргініну, аспарагінової кислоти та лізину. Поряд з цим було відзначено зниження вмісту метіоніну на 7,3%, а вміст цистину був однаковим із контрольним зразком. Таким чином, заміна рецептурних інгредієнтів у дослідних зразках сприяла збільшенню загальної кількості амінокислот і збагаченню готового продукту лізином, проте зумовила необхідність проведення оцінки СКОРу окремих амінокислот. Результати визначення амінокислотного СКОРу представлені в таблиці 4.

Таблиця 4. Результати розрахунку амінокислотного СКОРу білка голубців

Найменування незамінної амінокислоти	Еталон, г/100 г білка	КР, мг/г білка	СКОР КР, %	ДР, мг/г білка	СКОР ДР, %
Гістидин	16,0	30,9	193,4	30,0	187,3
Ізолейцин	30,0	42,4	141,4	41,9	139,8
Лейцин	61,0	75,3	123,5	71,9	117,9
Лізін	48,0	64,9	135,1	70,9	147,7
Метіонін+цистин	23,0	31,6	137,6	26,9	117,1
Фенілаланін+тирозин	41,0	72,9	177,7	69,9	170,6
Треонін	25,0	38,9	155,7	39,0	155,9
Триптофан	6,6	10,8	163,3	10,2	154,1
Валін	40,0	47,4	118,5	46,9	117,3

Джерело: розроблено автором на основі експериментальних досліджень

Наведені в таблиці результати розрахунків свідчать, що значення амінокислотного СКОРу усіх незамінних амінокислот як контрольних так і дослідних зразків перевищували 100%. Отже дефіциту незамінних амінокислот не виявлено. Найменше значення для зразків, які виготовлені за контрольною рецептурою встановлено для валіну, натомість дослідного – для метіоніну і цистину. Заміна білого шліфованого рису пророщеним нутом істотно підвищило СКОР лізину.

Результати визначення узагальненої оцінки біологічної цінності білка контрольних і дослідних зразків голубців представлена в таблиці 5.

Таблиця 5. Узагальнена оцінка біологічної цінності білка голубців

Аналізований показник	Значення показника	
	КР	ДР
Загальний білок, г/100 г	10,02	11,21
Мінімальний амінокислотний СКОР, %	118,5	117,1
CAASD, %	31,06	28,17
BV _{calc} , %	68,94	71,83
U	0,830	0,835

Джерело: розроблено автором на основі експериментальних досліджень

Наведені результати узагальненої оцінки біологічної цінності білка констатують, що не дивлячись на дещо нижчий рівень мінімального амінокислотного СКОРу, дослідний зразок характеризувався більш рівномірним розподілом незамінних амінокислот відносно мінімального СКОРу, про що свідчить нижче значення CAASD. Виходячи з цього,

розрахункова біологічна цінність білка зразків голубців, виготовлених за дослідною рецептурою, перевищувала значення показника контрольних зразків на 4,2%. Коефіцієнт утилітарності дослідних зразків також був вищим порівняно з контрольним.

Встановлене зростання вмісту білка на 11,9 % і харчових волокон у 2,54 рази цілком узгоджується з результатами Begum et al. (2023), відповідно до яких нут є цінною бобовою культурою з високим білка та харчових волокон. Крім того, авторами відзначено високий вміст в насінинах нуту аргініну, глютамінової та аспарагінової кислот. Такі результати узгоджуються зі встановленими в даних дослідженнях зростанням вмісту аргініну та аспарагінової кислоти. Відмінність полягає в тому, що об'єктом дослідження Begum et al. (2023) були безпосередньо насінини нуту, натомість у даній роботі досліджували кулінарно оброблений заморожений напівфабрикат комбінованого м'ясо-рослинного складу. З погляду на це, ступінь змін визначалась не тільки хімічним складом нуту, а й рецептурною кількістю кожного інгредієнту продукту.

В дослідженнях Sofi et al. (2023) було показано, що внаслідок пророщування насіння нуту змінюється його білкова фракція та покращуються функціонально-технологічні властивості. Отримані в цій роботі результати узгоджуються з наведеними результатами досліджень і підтверджують доцільність використання пророщеного нуту для підвищення харчової цінності комбінованого продукту. Поряд з цим, поширювати наявні літературні дані на функціонально-технологічні властивості голубців передчасно, оскільки відповідної експериментальної верифікації не проводилось. Під час інтерпретації результатів також необхідно урахувати відмінності в режимних параметрах процесу пророщування насіння нуту та подальшу технологічну обробку продукту.

Важливе значення для оцінки отриманого ефекту має спосіб введення нуту до рецептури та його технологічні функції. У дослідженні Yazdanpanah et al. (2022) використано нутове борошно як складову ковбасного фаршу, натомість Mariod і Abd Elagdir (2024) частково замінювали м'ясну сировину в бургерах. У даному дослідженні пророщеними насінинами нуту замінювали білий шліфований рис за незмінної кількості м'ясної сировини. Тому зростання вмісту білка в голубцях можна пояснити заміною основного рослинного інгредієнта, а не підвищенням частки м'яса. Це, одночасно, дозволило зменшити вміст вуглеводів і підвищити вміст харчових волокон, не змінюючи співвідношення яловичини та курятини.

Підвищення масової частки вологи на 0,63 в.п. в дослідних зразках голубців відбулось не дивлячись на однакову кількість доданої води та м'ясної сировини в рецептурних композиціях. Це дає можливість припустити, що відмінність пов'язана з кращими вологоутримувальними властивостями змінених інгредієнтів дослідної рецептури. Таке припущення цілком узгоджується з високими гідратаційними властивостями псиліуму та його впливом на зміни структури білкових систем, встановленими Zhou et al. (2021) і Bi et al. (2024). Разом із тим, визначення вологоутримувальної здатності, рівня втрат під час термічної обробки та структурно-механічних властивостей готових голубців не входило до задач даного етапу дослідження. Тому механізм виявлених змін потребує подальшої експериментальної верифікації.

Зростання масової частки харчових волокон у 2,54 рази було максимально вираженою зміною складу дослідного зразка, яка є прямим наслідком введення пророщеного насіння нуту та природних гідроколідів. За даними Marczak і Mendes (2024), технологічний ефект харчових волокон визначається їх хімічною природою, ступенем розчинності, розміром часток, концентрацією та характером взаємодії з іншими компонентами харчової системи. У дослідженні Noguerol et al. (2022) псиліум виступав основним гідроколідом рослинної харчової системи з високим вмістом крохмалю, а його вологоутримувальна здатність впливала на ступінь желатинізації крохмалю нуту та механічні властивості веганських ковбас. Інший механізм формування властивостей харчового продукту представлено в роботах Jovanovichs et al. (2023) і Zhao et al. (2025). У першій – гель псиліуму використовували для часткової заміни

тваринного жиру в саямі. При цьому, зміни нутрієнтного складу були пов'язані насамперед із перерозподілом жирової фракції. У другій – порошок псиліуму вводили до складу безфосфатних формованих варених ковбас з метою регулювання їх технологічних властивостей. У розробленій рецептурній композиції голубців кількість м'ясної сировини та олії не відрізнялась від контролю, тоді як псиліум вводили у складі комплексною композиції із β -глюканом за одночасної заміни рису пророщеним нутом. Отже, збільшення вмісту харчових волокон пов'язано з комплексною зміною рослинної складової та можливої взаємодії гідроколоїдів із білками і крохмалем.

Зміна вмісту масової частки жиру в дослідному зразку становила лише 0,18 г/100 г і, незважаючи на статистичну достовірність, не мала технологічного значення. Незмінний вміст золи також свідчить, що зміна рецептурних інгредієнтів не спричинила істотного загального збагачення голубців мінеральними речовинами.

Визначення та подальший аналіз амінокислотного складу дозволив конкретизувати характер зростання білкової складової. Сумарний вміст визначених амінокислот у дослідному зразку збільшився на 12,4%, причому найбільші зміни встановлено для аргініну, аспарагінової кислоти та лізину. Отримані результати відповідають особливостям амінокислотного профілю нуту, який визначений у дослідженнях Begum et al. (2023) та Sofi et al. (2023). Особливе фізіологічне значення має підвищення СКОР_у лізину з 135,1 до 147,7 %, оскільки ця амінокислота є слабкою ланкою білка білого шліфованого рису. Поряд з цим, зменшення вмісту метіоніну на 7,3% супроводжувалось зміною амінокислоти з мінімальним СКОР_{ом}: у контрольному зразку це був валін, а в дослідному – сума метіоніну і цистину. Не дивлячись на встановлене зниження СКОР_{ів} деяких амінокислот, значення їх залишалися вищими за 100%, тому дефіциту незамінних амінокислот у дослідному продукті не сформувалося.

Узагальнена оцінка показала, що дещо нижчий мінімальний амінокислотний СКОР дослідного зразка не призвів до зниження розрахункової біологічної цінності білка. Навпаки, зменшення коефіцієнту розбіжності амінокислотних СКОР_{ів} (CAASD) з 31,06 до 28,17% свідчило про більш рівномірне співвідношення СКОР_{ів} незамінних амінокислот відносно мінімального значення. У результаті біологічна цінність білка (BV_{calc}) зросла на 4,2 %, а коефіцієнт утилітарності – на 0,6 %. Таким чином, перевага дослідного зразка визначалася не максимальним значенням окремого СКОР_у, а меншою розбіжністю амінокислотного профілю. Слід зазначити, що наведені розрахункові показники характеризують потенційну збалансованість білка і не враховують його фактичної перетравлюваності. Подальші дослідження доцільно спрямувати на визначення перетравлюваності білка, залишкового вмісту антинутрієнтів, а також функціонально-технологічних та органолептичних властивостей готових голубців.

ВИСНОВКИ. За результатами експериментальних досліджень встановлено статистично достовірні зміни харчової цінності голубців, виготовлених за дослідними рецептурами з використанням пророщеного нуту, β -глюкану та псиліуму. Порівняно з контрольним зразком у дослідних зразках вміст білка збільшився на 11,9 %, харчових волокон – у 2,54 раза, тоді як вміст вуглеводів знизився майже на 32 %.

Встановлено також збільшення сумарного вмісту визначених амінокислот у дослідних зразках, причому найбільш виражене зростання зафіксовано для лізину, аргініну та аспарагінової кислоти.

Амінокислотний СКОР білка в обох зразках перевищував 100 %, що свідчить про достатній рівень забезпечення незамінними амінокислотами. Водночас мінімальний амінокислотний СКОР дослідного зразка становив 117,1 % порівняно зі 118,5 % у контрольному, а СКОР метіоніну та цистину знизився зі 163,6 до 117,1 %. При цьому коефіцієнт розбіжності амінокислотного СКОР_у дослідного зразка був на 9,3 % нижчим, тоді як розрахункова біологічна цінність білка та коефіцієнт утилітарності перевищували відповідні показники контрольного зразка на 4,2 % і 0,6 % відповідно.

Таким чином, використання пророшеного нуту, β -глюкану та псиліуму в рецептурі голубців забезпечує підвищення їх харчової цінності, сприяє збільшенню вмісту білка й харчових волокон та покращує амінокислотну збалансованість білкової складової готового продукту.

Подяки. Немає.

Конфлікт інтересів. Немає.

References

- AOAC International. (1994). Amino acids in feeds (Official Method 994.12). In Official methods of analysis of AOAC International.
- Avezum, L., Rondet, E., Mestres, C., Achir, N., Madode, Y., Gibert, O., Lefevre, C., Hemery, Y., Verdeil, J.-L., & Rajjou, L. (2023). Improving the nutritional quality of pulses via germination. *Food Reviews International*, 39(9), 6011–6044. <https://doi.org/10.1080/87559129.2022.2063329>
- Bal-Prylypko, L. V., Korniienko, V. I., Khyzhniak, S. V., Kryzhova, Y. P., Nikolaenko, M. S., Voitsitskyi, V. M., & Androshchuk, O. S. (2023). Modern methods of research of raw materials and food products: Textbook. *National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*.
- Bal-Prylypko, L., Serdyuk, M., Holembovska, N., Voitsekhivskyi, V., & Kovalenko, R. (2025). Justification of the technology of sausage products using plant functional ingredients. *Animal Science and Food Technology*, 16(3), 86–104. <https://doi.org/10.31548/animal.3.2025.86>
- Begum, N., Khan, Q. U., Liu, L. G., Li, W., Liu, D., & Haq, I. U. (2023). Nutritional composition, health benefits and bio-active compounds of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Frontiers in Nutrition*, 10, 1218468. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1218468>
- Bi, J., Sun, Y., Pan, D., Zhou, C., & Du, L. (2024). Effect of ultrasound combined with psyllium husk powder on the structure and gel properties of goose myofibrillar protein. *Process Biochemistry*, 136, 202–211. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2023.12.003>
- Correa, L. P., Lorenzo, J. M., & Campagnol, P. C. B. (2025). Psyllium (*Plantago ovata*) in meat product reformulation: Technological, nutritional, and functional perspectives. *Food Science and Processing*, 1, Article 6. <https://doi.org/10.53941/fsp.2025.100006>
- European Commission. (2018). Commission Regulation (EU) 2018/62 of 17 January 2018 replacing Annex I to Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council. Official Journal of the European Union.
- Gunathunga, C., Senanayake, S., Jayasinghe, M. A., Brennan, C. S., Truong, T., Marapana, U., & Chandrapala, J. (2024). Germination effects on nutritional quality: A comprehensive review of selected cereals and pulses changes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 128, 106024. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106024>
- Jayaprakash, G., Bains, A., Chawla, P., Fogarasi, M., & Fogarasi, S. (2022). A narrative review on rice proteins: Current scenario and food industrial application. *Polymers*, 14(15), 3003. <https://doi.org/10.3390/polym14153003>
- Jha, U. C., Nayyar, H., Thudi, M., Beena, R., Vara Prasad, P. V., & Siddique, K. H. M. (2024). Unlocking the nutritional potential of chickpea: Strategies for biofortification and enhanced multnutrient quality. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1391496. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1391496>
- Jovanovichs, M. R. C., Pinton, M. B., Correa, L. P., Pedro, D., Mallmann, C. A., Wagner, R., Cichoski, A. J., Lorenzo, J. M., Teixeira, A. J. C., Campagnol, P. C. B., & dos Santos, B. A. (2023). Replacing animal fat with gels of psyllium fiber and combined linseed oil–psyllium fiber in salamis: Impacts on technological, nutritional, oxidative, and sensory properties. *Foods*, 12(13), 2439. <https://doi.org/10.3390/foods12132439>

- Lante, A., Canazza, E., & Tessari, P. (2023). Beta-glucans of cereals: Functional and technological properties. *Nutrients*, 15(9), 2124. <https://doi.org/10.3390/nu15092124>
- Marczak, A., & Mendes, A. C. (2024). Dietary fibers: Shaping textural and functional properties of processed meats and plant-based meat alternatives. *Foods*, 13(12), 1952. <https://doi.org/10.3390/foods13121952>
- Mariod, A. A., & Abd Elagdir, M. (2024). Effect of partial replacement of meat with chickpea flour, soybean flour and skimmed milk powder on physicochemical and sensory evaluation properties of camel meat burger. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1), 2321673. <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2321673>
- Mishra, B. P., Mishra, J., Paital, B., Rath, P. K., Jena, M. K., Reddy, B. V. V., Pati, P. K., Panda, S. K., & Sahoo, D. K. (2023). Properties and physiological effects of dietary fiber-enriched meat products: A review. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1275341. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1275341>
- Noguerol, A. T., Larrea, V., & Pagán, M. J. (2022). The effect of psyllium (*Plantago ovata* Forsk) fibres on the mechanical and physicochemical characteristics of plant-based sausages. *European Food Research and Technology*, 248(10), 2483–2496. <https://doi.org/10.1007/s00217-022-04063-2>
- Pérez-Ramírez, I. F., Escobedo-Alvarez, D. E., Mendoza-Sánchez, M., Rocha-Guzmán, N. E., Reynoso-Camacho, R., Acosta-Gallegos, J. A., & Ramos-Gómez, M. (2023). Phytochemical profile and composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.): Varietal differences and effect of germination under elicited conditions. *Plants*, 12(17), 3093. <https://doi.org/10.3390/plants12173093>
- Sofi, S. A., Rafiq, S., Singh, J., Mir, S. A., Sharma, S., Bakshi, P., McClements, D. J., Mousavi Khaneghah, A., & Dar, B. N. (2023). Impact of germination on structural, physicochemical, techno-functional, and digestion properties of desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) flour. *Food Chemistry*, 405, 135011. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135011>
- State Standard of Ukraine. (2005). Meat. Beef cuts. Specifications (DSTU 4426:2005). Derzhspozhyvstandart of Ukraine.
- State Standard of Ukraine. (2014). Drinking water. Requirements and methods of quality control (DSTU 7525:2014). Ministry of Economic Development of Ukraine.
- State Standard of Ukraine. (2015). Table salt. General specifications (DSTU 3583:2015). UkrNDNC.
- State Standard of Ukraine. (2025). Poultry meat. General specifications (DSTU 3143:2025). UkrNDNC.
- U.S. Food and Drug Administration. (2018). Review of the scientific evidence on the physiological effects of certain non-digestible carbohydrates.
- U.S. Food and Drug Administration. (2024). Authorized health claims that meet the significant scientific agreement (SSA) standard.
- Yazdanpanah, S., Ansarifard, S., & Hasani, M. (2022). Development of novel gluten-free sausage based on chickpea, corn flour, and HPMC. *International Journal of Food Science*, 2022(1), 3616887. <https://doi.org/10.1155/2022/3616887>
- Zhao, Z., Sun, N., Li, C., Kong, B., Xia, X., Sun, F., Liu, Q., & Cao, C. (2025). Application of psyllium husk powder addition on the textural properties, oxidative stability and sensory attributes of non-phosphates luncheon meat. *Meat Science*, 222, 109760. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2025.109760>
- Zhou, Y., Dai, H., Ma, L., Yu, Y., Zhu, H., Wang, H., & Zhang, Y. (2021). Effect and mechanism of psyllium husk (*Plantago ovata*) on myofibrillar protein gelation. *LWT*, 138, 110651. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110651>