

УДК 637.5.04:636.934.57

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.3.2026.39>

ОЦІНКА МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ І ПОКАЗНИКІВ БЕЗПЕЧНОСТІ М'ЯСА НУТРІЇ

Ірина Василівна Момот

здобувач PhD

<https://orcid.org/0009-0002-2899-5532>

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

03041, вул. Виставкова, 16, м. Київ, Україна

Валентина Миколаївна Ізраєлян

кандидат технічних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-7242-3227>

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

03041, вул. Виставкова, 16, м. Київ, Україна

Анотація. У роботі представлено результати дослідження мінерального складу м'яса нутрії (*Myocastor coypus*), яке розглядається як перспективна сировина для виробництва м'ясних продуктів підвищеної біологічної цінності. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю розширення сировинної бази м'ясної галузі та пошуком альтернативних видів сировини з високим вмістом біологічно доступних мінеральних елементів.

Дослідження проводили на зразках м'язової тканини нутрії із застосуванням фізико-хімічних методів аналізу. Вміст мінеральних елементів визначали після відповідної підготовки проб із використанням атомно-абсорбційної спектрометрії. У ході роботи встановлювали концентрації основних макроелементів і ряду мікроелементів, а також оцінювали показники безпечності за вмістом токсичних елементів і радіонуклідів відповідно до чинних нормативних вимог. Отримані результати узагальнювали з позиції їх використання у технологіях м'ясних продуктів.

Встановлено, що м'ясо нутрії характеризується наявністю комплексу мінеральних елементів у фізіологічно значущих кількостях. Серед макроелементів домінує калій, тоді як серед мікроелементів найбільші концентрації встановлено для цинку та заліза. Інші елементи представлені у менших кількостях, проте відіграють важливу роль у ферментативних і регуляторних процесах. Отримані дані свідчать про доцільність використання м'яса нутрії як сировини для виробництва м'ясних продуктів із підвищеною харчовою цінністю.

Аналіз показників безпечності підтвердив відповідність досліджуваних зразків встановленим нормативам. У досліджуваних пробах не виявлено перевищення допустимих рівнів токсичних елементів і радіонуклідів. Це свідчить про належний екологічний стан умов вирощування тварин та відсутність суттєвого техногенного впливу на формування показників якості м'ясної сировини. Узагальнення отриманих результатів дозволяє розглядати м'ясо нутрії як перспективний компонент для розроблення нових видів м'ясних продуктів, зокрема, функціонального призначення.

У цілому результати дослідження підтверджують перспективність використання м'яса нутрії у технологіях м'ясних продуктів та обґрунтовують доцільність його подальшого впровадження у виробництво.

Ключові слова: макроелементи, мікроелементи, біологічна цінність, альтернативна м'ясна сировина, січені м'ясні напівфабрикати, функціональні харчові продукти.

УДК 637.5.04:636.934.57

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.3.2026.39>

ASSESSMENT OF MINERAL COMPOSITION AND SAFETY INDICATORS OF NUTRITION MEAT

Iryna Momot

Postgraduate student

<https://orcid.org/0009-0002-2899-5532>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,

03041, Vystavkova St., 16, Kyiv, Ukraine

Valentyna Israelian

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-7242-3227>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,

03041, Vystavkova St., 16, Kyiv, Ukraine

Abstract. The paper presents the results of a study on the mineral composition of nutria (*Myocastor coypus*) meat, considered a promising raw material for producing meat products with enhanced biological value. The relevance of the study lies in the need to expand the raw material base of the meat industry and to identify alternative raw materials rich in bioavailable mineral elements.

The study was conducted using nutria muscle tissue samples and physicochemical analytical methods. Mineral composition was determined after sample preparation by atomic absorption spectrometry. Concentrations of major macroelements and selected trace elements were determined, and safety indicators were assessed by measuring toxic elements and radionuclides in accordance with current regulatory requirements.

The results showed that nutria meat contains physiologically significant amounts of mineral elements. Potassium was the predominant macroelement, whereas zinc and iron were the major trace elements. Other elements were present in lower concentrations but play important roles in enzymatic and regulatory processes. The findings confirm the feasibility of using nutria meat as a raw material for producing meat products with enhanced nutritional value.

Safety assessment confirmed compliance of the analyzed samples with established regulatory limits. No excessive levels of toxic elements or radionuclides were detected, indicating favorable environmental conditions for animal rearing and the absence of significant anthropogenic contamination that would affect meat quality. The results obtained support the use of nutria meat in meat-product technologies and its application in developing new meat products, including functional foods. They also provide a scientific basis for further development of nutria-based meat products with improved nutritional quality and consumer value.

Keywords: macroelements, trace elements, biological value, alternative meat raw material, chopped meat semi-finished products, functional food products.

ВСТУП. Мінеральні речовини відіграють важливу роль у забезпеченні життєдіяльності організму людини, беручи участь у формуванні структурних компонентів тканин, регуляції обмінних процесів, функціонуванні ферментативних систем і підтриманні гомеостазу. Макро- та мікроелементи необхідні для нормального функціонування нервової, серцево-судинної та імунної систем, а також для забезпечення процесів кровотворення, антиоксидантного захисту та регуляції енергетичного обміну (Wu et al., 2014). Оскільки організм людини не здатний самостійно синтезувати мінеральні речовини, їхнім основним джерелом є продукти харчування.

Важливим джерелом мінеральних речовин є продукти тваринного походження, зокрема м'ясо. Завдяки високій біологічній цінності та значній біодоступності поживних компонентів

м'ясо забезпечує організм білками, незамінними амінокислотами, вітамінами та мінеральними елементами. М'ясна сировина містить значні кількості заліза, цинку, калію, магнію та інших елементів, які відіграють важливу роль у забезпеченні фізіологічних потреб організму та підтриманні метаболічних процесів (Biesalski, 2005; Williams, 2007; Juárez et al., 2021).

У сучасній науковій літературі значна увага приділяється оцінці ролі м'ясних продуктів та їхнього впливу на здоров'я людини. З одного боку, м'ясо є джерелом необхідних нутрієнтів, а з іншого – активно обговорюються питання оптимального рівня його споживання (Leroy & Cofnas, 2019; Neff et al., 2018). У цьому контексті особливої актуальності набуває дослідження хімічного складу м'ясної сировини, зокрема, вмісту мінеральних елементів, які мають високу біологічну доступність і беруть участь у метаболічних процесах організму (Pighin et al., 2016).

Останніми роками зростає інтерес до використання нетрадиційних видів м'ясної сировини, що здатні розширити сировинну базу м'ясної промисловості та характеризуються високою харчовою цінністю. До таких видів належить м'ясо диких і напівдиких тварин, яке відзначається сприятливим хімічним складом, відносно низьким вмістом жиру та підвищеним вмістом біологічно активних компонентів (Hoffman & Wiklund, 2006).

Одним із перспективних джерел нетрадиційної м'ясної сировини є нутрія (*Myocastor coypus*). За даними сучасних досліджень, м'ясо нутрії характеризується високим вмістом повноцінного білка, сприятливим амінокислотним складом, відносно низьким вмістом жиру та високою харчовою цінністю. Крім того, воно містить комплекс мінеральних елементів і може розглядатися як перспективна сировина для виробництва харчових продуктів підвищеної біологічної цінності (Saadoun & Cabrera, 2019).

Незважаючи на наявність окремих досліджень щодо хімічного складу м'яса нутрії, питання детальної оцінки його елементного складу та потенціалу як джерела макро- і мікроелементів потребує подальшого вивчення. У зв'язку з цим дослідження мінерального складу м'яса нутрії є актуальним науковим завданням, результати якого можуть бути використані під час розроблення нових м'ясних продуктів із покращеними харчовими властивостями.

Метою дослідження є визначення мінерального складу м'яса нутрії та оцінка його потенціалу як джерела основних макро- й мікроелементів.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. Дослідження харчової цінності м'ясної сировини є важливим напрямом сучасної харчової науки, оскільки м'ясо та м'ясні продукти залишаються вагомим джерелом білків, жирів, вітамінів і мінеральних речовин у харчуванні людини. Р. Williams (2007) зазначає, що червоне м'ясо характеризується значною поживною цінністю та є важливим джерелом біологічно доступних нутрієнтів, зокрема заліза, цинку, вітамінів групи В і жирних кислот. Автор підкреслює, що саме висока біодоступність окремих компонентів визначає вагому роль м'яса у забезпеченні фізіологічних потреб організму.

Питання ролі м'яса у харчуванні людини та його впливу на здоров'я розглядали D. Pighin, A. Pazos, V. Chamorro та співавт. (2016). Дослідники відзначають, що м'ясо є важливим джерелом протеїну, жиру та функціонально значущих сполук, а його харчова цінність значною мірою залежить від особливостей виробничої системи, годівлі тварин, генетичних чинників і післязабійної обробки. На їхню думку, якісні характеристики м'яса мають безпосередній зв'язок з його поживною цінністю та потенційним впливом на здоров'я людини.

Значну увагу в сучасних дослідженнях приділено м'ясу нетрадиційних і диких видів тварин. L. S. Hoffman und E. Wiklund (2006) зазначає, що м'ясо диких і напівдиких тварин викликає зростаючий інтерес споживачів завдяки високій харчовій цінності, відносно низькому вмісту жиру та специфічним органолептичним властивостям. На їхню думку, така сировина може розглядатися як перспективна альтернатива традиційним видам м'яса, особливо в контексті розширення асортименту продуктів із підвищеною біологічною цінністю.

Сучасні тенденції розвитку м'ясної галузі та підходи до створення нових м'ясних продуктів висвітлені у роботі M. Pateiro, R. Domínguez-Valencia та J. M. Lorenzo (2021). Дослідники підкреслюють, що сучасні м'ясні продукти формуються з урахуванням вимог споживачів до харчової цінності, натуральності та функціональних властивостей. У дослідженні наголошується, що хімічний склад м'ясної сировини, зокрема вміст жиру та співвідношення поживних компонентів, є визначальним чинником формування якості та споживних властивостей готового продукту.

Окремий напрям досліджень присвячений вивченню ліпідної фракції м'яса та її впливу на якість продукції. R. Domínguez, M. Pateiro, M. Gagaoua та співавт. (2019) зазначають, що м'ясо є складною біологічною системою, до складу якої входять білки, ліпіди, вітаміни та інші біологічно активні сполуки. Автори зазначають, що ліпіди істотно впливають на смак, ніжність, соковитість і загальну харчову цінність м'яса. Водночас зазначають, що стабільність ліпідної фракції має вирішальне значення для збереження якості м'ясної сировини та готової продукції.

Особливий інтерес для цього дослідження становить м'ясо нутрії як нетрадиційний вид м'ясної сировини. A. Saadoun та M. C. Cabrera (2019) у своєму огляді показав, що м'ясо нутрії (*Myocastor coypus*) характеризується високою харчовою цінністю, сприятливими технологічними властивостями, значним вмістом повноцінного білка та відносно низьким вмістом жиру. Крім того, у роботі відзначено сприятливий жирнокислотний склад цього виду м'яса, що підвищує його дієтичні властивості та перспективність для використання у виробництві продуктів здорового харчування.

Результати експериментальних досліджень також підтверджують перспективність використання м'яса нутрії як цінної м'ясної сировини. Зокрема, показано, що показники складу туші, фізико-хімічні та сенсорні характеристики м'яса нутрії можуть змінюватися залежно від віку тварин, статі та режиму годівлі. Ці фактори впливають на формування якісних показників м'ясної сировини та її технологічних властивостей, що має важливе значення для подальшого використання такого м'яса у виробництві харчових продуктів (Tůmová et al., 2021).

Дослідження хімічного складу м'яса нутрії також підтверджують його високу поживну цінність. За даними Hascik та Pavelková (2023), м'ясо нутрії характеризується значним вмістом білка, помірним вмістом жиру та сприятливими фізико-хімічними показниками, що робить його перспективною сировиною для виробництва м'ясних продуктів. Водночас поряд із основними нутрієнтами суттєве значення має і мінеральний склад м'ясної сировини. Макро- та мікроелементи, що входять до складу м'яса, беруть участь у регуляції обмінних процесів, функціонуванні ферментних систем та підтриманні фізіологічних функцій організму людини, тому їхній вміст у м'ясній сировині є одним із показників її харчової цінності.

Таким чином, аналіз наукових джерел свідчить про значний інтерес дослідників до вивчення харчової цінності м'яса, його ліпідного складу та можливостей використання нетрадиційних видів м'ясної сировини. Водночас, попри наявність робіт, присвячених загальній характеристиці м'яса нутрії, питання його елементного складу та оцінки значення в забезпеченні фізіологічних потреб організму людини в макро- та мікроелементах залишається недостатньо висвітленим, що й зумовлює актуальність проведення даного дослідження.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. Об'єктом дослідження було м'ясо нутрії (*Myocastor coypus*), отримане від трьох клінічно здорових самок віком 7 місяців із середньою живою масою $3,0 \pm 0,5$ кг, вирощених у приватному господарстві Черкаської області. Тварини утримувалися в однакових умовах і отримували стандартний раціон. Для дослідження відбирали зразки м'язової тканини після забою тварин відповідно до вимог репрезентативності дослідного матеріалу. Вибір тварин одного віку, однієї статі та за однакових умов утримання і годівлі дозволив мінімізувати вплив біологічних факторів на формування мінерального складу м'яса.

Підготовка проб включала видалення сполучної тканини та сторонніх включень, подрібнення і гомогенізацію м'язової тканини до однорідного стану. До проведення аналізів підготовлені зразки зберігали за температури не вище 4 °С.

Аналітичні дослідження виконували у випробувальному центрі Державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи з використанням обладнання лабораторії атомно-абсорбційної спектрометрії.

Вміст мінеральних елементів у досліджуваних зразках визначали після попередньої мінералізації проб методом сухого озолення відповідно до вимог ДСТУ 7670:2014 (State Standard of Ukraine, 2014). Процес озолення здійснювали в муфельній печі за температури 450–550 °С до отримання зольного залишку світло-сірого кольору. Отриману золу розчиняли в розчині азотної кислоти, після чого об'єм доводили до заданого значення дистильованою водою.

Кількісне визначення макроелементів (калію, кальцію, магнію) та мікроелементів (заліза, цинку, міді, нікелю, алюмінію, марганцю, хрому, молібдену та кобальту) здійснювали методом атомно-абсорбційної спектрометрії відповідно до вимог ДСТУ EN ISO 7980:2022 та ДСТУ EN 14082:2019 (State Standard of Ukraine, 2022; State Standard of Ukraine, 2019).

З метою оцінки безпечності м'ясної сировини визначали вміст токсичних елементів, зокрема кадмію, свинцю, миш'яку та ртуті, використовуючи фізико-хімічні методи аналізу відповідно до ДСТУ EN 14082:2019 та ДСТУ EN 13806:2022 (State Standard of Ukraine, 2019; State Standard of Ukraine, 2022). Отримані значення порівнювали з гранично допустимими рівнями, встановленими чинними санітарно-гігієнічними нормативами (Ministry of Health of Ukraine, 2013).

Усі визначення проводили щонайменше з триразовою повторюваністю. Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали із застосуванням методів варіаційної статистики. Результати подавали у вигляді середнього арифметичного значення та стандартного відхилення. Обробку даних виконували за допомогою стандартних програмних засобів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОБГОВОРЕННЯ. Результати дослідження мінерального складу м'яса нутрії (*Myocastor coypus*) дали змогу оцінити його харчову та біологічну цінність як перспективної сировини для виробництва харчових продуктів підвищеної біологічної цінності. Проведені дослідження показали, що м'язова тканина нутрії характеризується наявністю комплексу макро- та мікроелементів, які відіграють важливу роль у забезпеченні фізіологічних потреб організму людини.

Результати визначення вмісту макро- та мікроелементів у м'ясі нутрії наведено в таблиці 1. Для зручності оцінки харчової цінності показники подано у перерахунку на 100 г м'яса.

Таблиця 1. Мінеральний склад м'яса нутрії

Показник	Вміст, мг/100 г	Адекватний рівень споживання, мг; 10 % добової потреби (Ministry of Health of Ukraine, 2017)	
Макроелементи		Жінки	Чоловіки
1	2	3	4
Калій	217,1 ± 21,7	-	-
Кальцій	36,26 ± 3,63	110	120
Магній	21,06 ± 2,11	50	40
Мікроелементи		Жінки	Чоловіки

1	2	3	4
Мідь	$0,0516 \pm 0,005$	0,1	0,1
Залізо	$0,736 \pm 0,074$	1,7	1,5
Цинк	$1,229 \pm 0,12$	1,2	1,5
Нікель	$0,0041 \pm 0,0004$	-	
Марганець	$0,016 \pm 0,0016$	0,2	
Алюміній	$1,004 \pm 0,10$	-	
Хром	$0,0024 \pm 0,00024$	0,005	
Молибден	$0,0034 \pm 0,00034$	0,07	
Кобальт	$<0,0005$	-	

Джерело: розроблено автором на основі експериментальних досліджень

Аналіз результатів, наведених у таблиці 1, свідчить, що мінеральний склад м'яса нутрії характеризується наявністю широкого спектра макро- та мікроелементів, які мають важливе фізіологічне значення для організму людини. Серед макроелементів найбільша концентрація встановлена для калію, вміст якого становить 217,1 мг/100 г. Калій є одним із основних внутрішньоклітинних катіонів і бере участь у підтриманні водно-електролітного балансу, регуляції нервово-м'язової діяльності та функціонуванні серцево-судинної системи. Значна концентрація цього елемента у м'ясі нутрії свідчить про його потенційну роль у формуванні раціонів харчування, спрямованих на підтримання нормального метаболічного балансу організму.

Вміст кальцію у досліджуваних зразках становив 36,26 мг/100 г, тоді як концентрація магнію досягала 21,06 мг/100 г. Магній є важливим кофактором численних ферментативних реакцій та бере участь у процесах енергетичного обміну, а також у регуляції нервово-м'язової провідності. Кальцій, у свою чергу, відіграє ключову роль у формуванні кісткової тканини, регуляції внутрішньоклітинних сигнальних процесів і забезпеченні нормального функціонування м'язових і нервових структур. Порівняння фактичного вмісту цих елементів із 10 % адекватного рівня добового споживання свідчить про помірний внесок м'яса нутрії у забезпечення фізіологічних потреб організму в макроелементах.

Відомо, що макроелементи відіграють важливу роль у підтриманні гомеостазу організму людини. Калій, магній і кальцій беруть участь у регуляції кислотно-лужного балансу, функціонуванні нервової системи, скороченні м'язів і роботі серцево-судинної системи. Наявність цих елементів у складі м'яса нутрії свідчить про його потенційну цінність як компонента раціонального харчування, особливо у контексті формування збалансованих харчових раціонів.

Серед мікроелементів у складі м'яса нутрії найбільші концентрації встановлено для цинку та заліза - відповідно 1,229 мг/100 г і 0,736 мг/100 г. Наявність цих елементів має важливе значення для організму людини, оскільки залізо бере участь у процесах кровотворення та транспорту кисню, тоді як цинк забезпечує підтримання імунної функції, синтез білків і антиоксидантний захист організму.

Важливою особливістю м'ясної сировини є висока біодоступність мікроелементів, зокрема заліза та цинку, які засвоюються організмом людини значно ефективніше порівняно з рослинними джерелами. Це зумовлено наявністю гемового заліза та специфічних білкових комплексів, що сприяють його кращому всмоктуванню у травному тракті. У зв'язку з цим м'ясо традиційно розглядається як одне із основних джерел цих елементів у раціоні людини.

Вміст міді та марганцю становив відповідно 0,0516 мг/100 г та 0,016 мг/100 г, що відповідає їх природному рівню накопичення у м'язовій тканині. Незважаючи на відносно

невисокі концентрації, ці елементи виконують важливі функції у ферментативних системах організму та беруть участь у перебігу окисно-відновних процесів і регуляції клітинного метаболізму. Крім того, у досліджуваних зразках встановлено наявність незначних кількостей нікелю, хрому, молібдену та алюмінію, вміст яких перебував у межах значень, характерних для м'язової тканини різних видів м'ясної сировини.

Таким чином, аналіз елементного складу дозволяє констатувати, що м'ясо нутрії характеризується збалансованим мінеральним профілем і містить низку важливих макро- та мікроелементів у фізіологічно значущих концентраціях.

Для більш наочної оцінки харчової цінності м'яса нутрії було проведено розрахунок ступеня забезпечення 10 % адекватного рівня добового споживання основних мінеральних елементів при вживанні 100 г продукту. На основі отриманих результатів побудовано графічну залежність, що відображає ступінь забезпечення потреб організму в окремих мінеральних елементах (рис. 1).

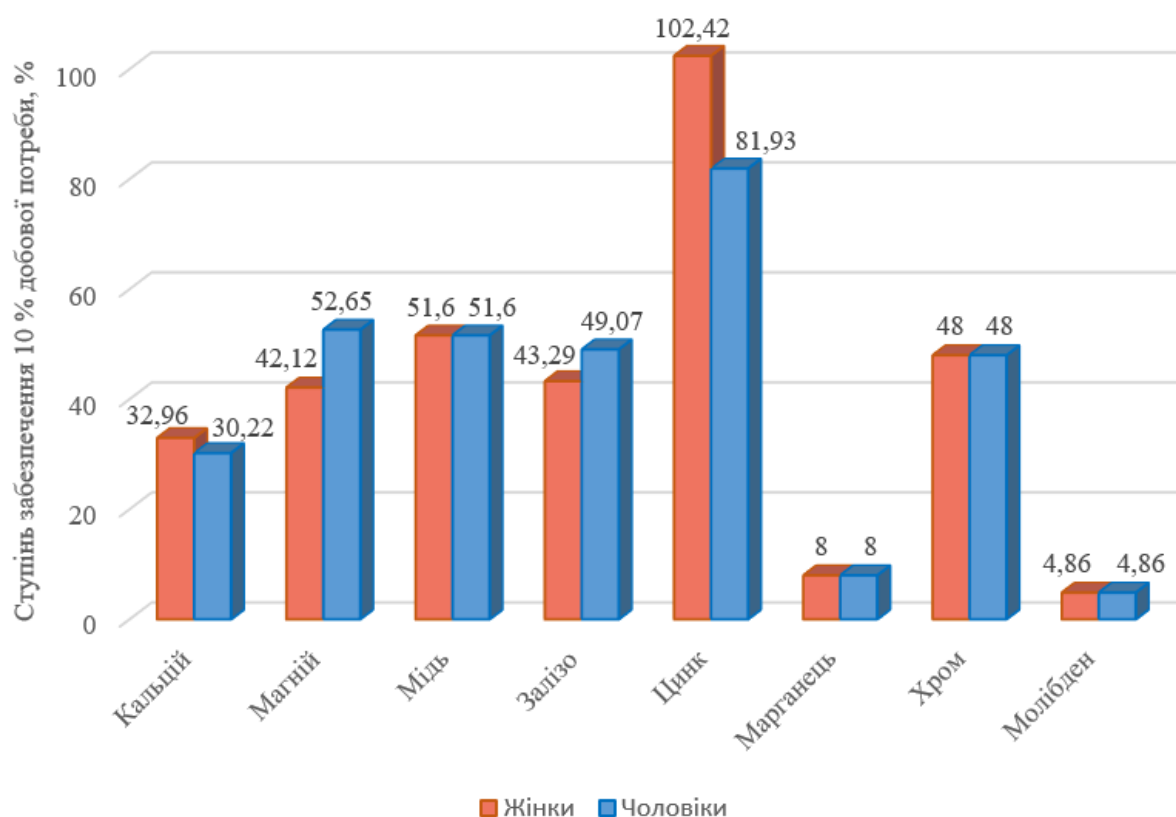


Рис. 1. Ступінь забезпечення 10 % адекватного рівня добового споживання основних мінеральних елементів при споживанні 100 г м'яса нутрії

Джерело: розроблено автором

Аналіз отриманих результатів (рис. 1) показав, що внесок 100 г м'яса нутрії у забезпечення добової потреби організму людини в макро- та мікроелементах є неоднаковим. Серед макроелементів найвища частка рекомендованої добової норми встановлена для магнію: близько 42 % для жінок і понад 52 % для чоловіків. Це свідчить про високу харчову цінність м'яса нутрії як джерела магнію та підтверджує перспективність його використання у виробництві м'ясних продуктів підвищеної біологічної цінності.

Помірний внесок у покриття фізіологічних потреб спостерігається також для кальцію, рівень забезпечення якого становить близько 30–33 % від 10 % адекватного рівня споживання.

Аналіз мікроелементного складу показує, що найбільший внесок у забезпечення добової потреби робить цинк. Для жінок цей показник перевищує 100 %, тоді як для чоловіків він становить близько 82 %. Суттєвий внесок у покриття потреб спостерігається також для заліза.

Порівняння отриманих результатів із даними літератури свідчить, що мінеральний склад м'яса нутрії загалом є зіставним із традиційними видами м'ясної сировини. За даними Williams (2007) та Pighin et al. (2016), у м'язовій тканині яловичини та свинини, як і в м'ясі нутрії, серед макроелементів переважає калій, а серед мікроелементів важливе фізіологічне значення мають цинк і залізо. Водночас поєднання збалансованого мінерального складу з відносно низьким вмістом жиру, встановленим у м'ясі нутрії (Saadoun & Cabrera, 2019), підтверджує перспективність його використання як альтернативної м'ясної сировини для виробництва харчових продуктів підвищеної біологічної цінності.

Практичне значення отриманих результатів полягає в обґрунтуванні доцільності використання м'яса нутрії як сировини для розроблення нових м'ясних продуктів, насамперед січених м'ясних напівфабрикатів підвищеної біологічної цінності. Встановлений збалансований мінеральний склад, достатній вміст біологічно важливих макро- і мікроелементів, а також відповідність показників безпечності чинним гігієнічним нормативам створюють наукове підґрунтя для використання цього виду м'яса у технологіях функціональних харчових виробів, призначених для розширення асортименту продукції оздоровчого спрямування.

Оцінка безпечності м'ясної сировини є важливою складовою комплексної характеристики її харчової та біологічної цінності. М'язова тканина тварин здатна акумулювати певні кількості токсичних елементів і радіонуклідів із навколишнього середовища, тому визначення їхнього вмісту є необхідним для підтвердження безпечності харчової продукції. Результати визначення вмісту токсичних елементів і радіонуклідів у м'ясі нутрії наведено в таблиці 2.

Таблиця 2. Вміст важких металів та радіонуклідів у м'ясі нутрії

Показник	Гранично допустимі рівні, мг/кг, не більше (Ministry of Health of Ukraine, 2013; Ministry of Health of Ukraine, 2006)	Вміст токсичних елементів у м'ясі нутрії
Токсичні елементи		
Свинець	0,5	0,0128 ± 0,0013
Кадмій	0,05	<0,002
Ртуть	0,03	<0,005
Цинк	40	1,229 ± 0,12
Арсен	0,1	<0,005
Радіонукліди		
Стронцій-90	35	-
Цезій-137	150	-

Джерело: розроблено автором

Аналіз результатів, наведених у таблиці 2, засвідчив, що вміст досліджуваних токсичних елементів у м'ясі нутрії не перевищує максимально допустимих рівнів, установлених чинними нормативними документами України (Ministry of Health of Ukraine, 2013). Отримані дані свідчать про відповідність досліджуваної сировини чинним вимогам безпечності та можливість її використання для виробництва харчових продуктів.

Концентрація свинцю у досліджуваних зразках становила 0,0128 мг/кг, що майже у 40 разів нижче за гранично допустимий рівень (0,5 мг/кг). Вміст кадмію, ртуті та арсену

перебував на рівні слідових кількостей, що свідчить про відсутність накопичення цих токсичних елементів у досліджуваній сировині.

Вміст цинку становив 1,229 мг/кг, що суттєво нижче максимально допустимого рівня (40 мг/кг) та відповідає вимогам безпечності харчових продуктів. Це підтверджує відсутність надлишку накопичення цього елемента в м'ясі нутрії.

Оцінка радіаційної безпечності досліджуваної сировини показала, що вміст радіонуклідів у м'ясі нутрії не перевищує встановлених гранично допустимих рівнів (Ministry of Health of Ukraine, 2006). У досліджуваних зразках стронцій-90 та цезій-137 не виявлено, що свідчить про відсутність радіаційного забруднення та підтверджує безпечність досліджуваної сировини.

Результати дослідження Pighin et al. (2016) також свідчать, що м'ясна сировина містить широкий спектр мінеральних компонентів, необхідних для підтримання нормального функціонування організму людини. При цьому концентрація окремих елементів може варіювати залежно від виду тварини, умов її утримання та особливостей годівлі.

Отримані у нашому дослідженні результати загалом узгоджуються з даними літератури. Так, встановлено, що у м'ясі нутрії серед макроелементів переважає калій, вміст якого становить 217,1 мг/100 г, що відповідає закономірностям, характерним для м'язової тканини більшості видів м'ясної сировини. Подібні тенденції формування мінерального складу м'яса відзначаються і в інших дослідженнях.

Аналіз мікроелементного складу показує, що у м'ясі нутрії важливе місце займають залізо та цинк, концентрація яких становить відповідно 0,736 мг/100 г та 1,229 мг/100 г. За даними Pighin et al. (2016), у яловичині вміст заліза може становити у середньому 1,8–2,6 мг/100 г, тоді як у свинині - близько 0,8–1,2 мг/100 г. Отже, вміст заліза в м'ясі нутрії перебуває в межах значень, характерних для деяких традиційних видів м'ясної сировини.

Водночас мінеральний склад м'яса може змінюватися залежно від біологічних особливостей тварин і умов їхнього годівлення. Так, у дослідженні Pirova et al. (2017) встановлено, що м'язова тканина свиней містить широкий спектр макро- та мікроелементів, зокрема кальцій, фосфор, залізо та цинк, що визначає високу харчову цінність м'ясної продукції. Подібні закономірності формування мінерального складу характерні і для інших видів м'яса.

Порівняльні дослідження мінерального складу м'яса різних видів тварин свідчать про відмінності у накопиченні окремих мінеральних елементів залежно від виду тварин та умов їх існування. Так, Kutsyniak (2012) встановив, що м'ясо благородного оленя характеризується вищим вмістом окремих мінеральних елементів порівняно з яловичиною, що пов'язано з особливостями природного живлення диких тварин. Це підтверджує, що видові особливості та умови вирощування можуть істотно впливати на формування мінерального складу м'ясної сировини.

Зростання інтересу до використання нетрадиційних видів м'ясної сировини відзначається й у сучасних наукових дослідженнях. За даними Avramenko (2017), м'ясо диких тварин характеризується сприятливим хімічним складом, зокрема високим вмістом білка, комплексом макро- та мікроелементів і відносно низьким вмістом жиру. У цьому контексті м'ясо нутрії також може розглядатися як перспективне джерело мінеральних речовин у харчуванні людини.

Водночас аналіз літературних джерел свідчить, що мінеральний склад і показники безпечності м'ясної сировини можуть істотно варіювати залежно від біологічних особливостей виду тварин, віку, умов утримання, раціону годівлі та екологічного стану середовища. Як зазначають Domínguez et al. (2019), склад м'язової тканини формується під впливом комплексу біологічних і технологічних факторів, що визначають рівень накопичення окремих мінеральних компонентів. Крім того, вміст токсичних елементів у м'ясі значною мірою залежить від рівня техногенного навантаження, якості кормів і води, а також екологічного стану територій, на яких вирощують тварин. Отримані у нашому дослідженні

низькі концентрації токсичних елементів та відсутність виявлених радіонуклідів свідчать про сприятливі умови вирощування нутрії і належну якість використаної сировини.

Отримані результати можуть бути використані під час розроблення м'ясних продуктів підвищеної біологічної цінності. Збалансований мінеральний склад, відсутність перевищення нормативів щодо токсичних елементів і радіонуклідів, а також сприятливі поживні властивості свідчать про перспективність застосування цього виду м'яса під час виробництва січених напівфабрикатів, ковбасних виробів, паштетів та інших функціональних харчових продуктів.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що м'ясо нутрії характеризується збалансованим мінеральним складом, відповідає вимогам безпечності та може бути рекомендоване як перспективна сировина для виробництва м'ясних продуктів підвищеної біологічної цінності. Подальші дослідження доцільно спрямувати на вивчення впливу технологічної обробки та умов вирощування тварин на формування мінерального складу та показників безпечності м'яса нутрії.

ВИСНОВКИ. За результатами проведених досліджень встановлено, що м'ясо нутрії (*Myocastor coypus*) характеризується збалансованим мінеральним складом із домінуванням калію, вміст якого становить 217,1 мг/100 г, а також наявністю кальцію (36,26 мг/100 г) і магнію (21,06 мг/100 г), що свідчить про його значущість як джерела біологічно важливих макроелементів.

Аналіз мікроелементного складу показав, що вміст цинку досягає 1,229 мг/100 г, заліза - 0,736 мг/100 г, міді - 0,0516 мг/100 г та марганцю - 0,016 мг/100 г, що свідчить про наявність у м'язовій тканині комплексу мікроелементів, необхідних для процесів кровотворення, антиоксидантного захисту, ферментативної активності та підтримання метаболічних процесів організму людини.

Оцінка ступеня забезпечення 10 % адекватного рівня добової потреби показала, що споживання 100 г м'яса нутрії забезпечує суттєву частку цього рівня для магнію, цинку, заліза та міді, що підтверджує вагомий внесок досліджуваної м'ясної сировини у формування мінерального раціону дорослого населення.

Результати контролю показників безпечності свідчать, що вміст токсичних елементів, зокрема свинцю (0,0128 мг/кг), кадмію (<0,002 мг/кг), ртуті (<0,005 мг/кг) та арсену (<0,005 мг/кг), у м'ясі нутрії не перевищує гранично допустимих рівнів, установлених чинними нормативними документами. Водночас радіонукліди стронцію-90 та цезію-137 у досліджуваних зразках не виявлено, що підтверджує радіаційну безпечність досліджуваної сировини.

Узагальнення отриманих експериментальних даних дає підстави розглядати м'ясо нутрії як безпечну та перспективну альтернативну м'ясну сировину для виробництва м'ясних продуктів підвищеної біологічної цінності та продуктів здорового харчування, що характеризується збалансованим умістом макро- та мікроелементів і відповідає чинним гігієнічним нормативам. Отримані результати можуть слугувати науковим підґрунтям для розроблення технологій січених м'ясних напівфабрикатів на основі м'яса нутрії з підвищеною харчовою цінністю. Подальші дослідження доцільно спрямувати на вивчення впливу технологічної обробки на збереження мінерального складу та показників безпечності м'яса нутрії під час виробництва січених м'ясних напівфабрикатів.

Подяки. Немає.

Конфлікт інтересів. Немає.

References

Avramenko, N. O. (2017). Meat of wild animals: Features and composition. *Scientific Progress & Innovations*, 3(2), 108–109. <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.03.24>

- Biesalski, H. K. (2005). Meat as a component of a healthy diet - Are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat Science*, 70(3), 509–524. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.07.017>
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2019). A comprehensive review of lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, 8(10), 429. <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>
- Hascik, P., & Pavelková, A. (2023). Meat performance, chemical composition, and sensory evaluation of *Myocastor coypus* meat. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 13(3), e10628. <https://doi.org/10.55251/jmbfs.10628>
- Hoffman, L. C., & Wiklund, E. (2006). Game and venison - Meat for the modern consumer. *Meat Science*, 74(1), 197–208. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.005>
- Juárez, M., Lam, S., Bohrer, B. M., Dugan, M. E. R., Vahmani, P., Aalhus, J. L., Juárez, A., López-Campos, Ó., Prieto, N., & Segura, J. (2021). Enhancing the nutritional value of red meat through genetic and feeding strategies. *Foods*, 10(4), 872. <https://doi.org/10.3390/foods10040872>
- Kutczyniak, I. (2012). Mineral composition of the meat of deer and cattle. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 14(2), Part 3.
- Leroy, F., & Cofnas, N. (2019). Should dietary guidelines recommend low red meat intake? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(16), 2763–2772. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1657063>
- Ministry of Health of Ukraine. (2013, May 13). Order No. 368 “On approval of state hygienic standards for chemical substances in food products”. <https://zakon.rada.gov.ua>
- Ministry of Health of Ukraine. State Hygienic Standards “Permissible Levels of Radionuclides ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr in Food Products and Drinking Water (DR-2006)”. Approved by Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 256 dated May 3, 2006. Kyiv, 2006.
- Ministry of Health of Ukraine. (2017). Norms of physiological requirements of the population of Ukraine in basic nutrients and energy. Kyiv.
- Neff, R. A., Edwards, D., Palmer, A., Ramsing, R., Richter, A., & Wolfson, J. (2018). Reducing meat consumption in the USA: A nationally representative survey of attitudes and behaviors. *Public Health Nutrition*, 21(10), 1835–1844. <https://doi.org/10.1017/S1368980017004190>
- Pateiro, M., Domínguez-Valencia, R., & Lorenzo, J. M. (2021). Recent research advances in meat products. *Foods*, 10(6), 1303. <https://doi.org/10.3390/foods10061303>
- Pighin, D., Pazos, A., Chamorro, V., Paschetta, F., Cunzolo, S., Godoy, F., Messina, V., Pordomingo, A., & Grigioni, G. (2016). A contribution of beef to human health: A review of the role of the animal production systems. *The Scientific World Journal*, 2016, 8681491. <https://doi.org/10.1155/2016/8681491>
- Pirova, L. V., Kosior, L. T., Mashkin, Y. O., & Lastovska, I. O. (2017). Chemical, mineral, and amino acid composition of pork with selenium-containing additives in the diet. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(2), 225–228.
- Saadoun, A., & Cabrera, M. C. (2019). A review of productive parameters, nutritive value, and technological characteristics of farmed nutria meat (*Myocastor coypus*). *Meat Science*, 148, 137–149. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.10.006>
- State Standard of Ukraine. (2014). Raw materials and food products. Sample preparation. Mineralization for determination of toxic elements content (DSTU 7670:2014). Kyiv: UkrNDNC.
- State Standard of Ukraine. (2019). Foodstuffs. Determination of lead, cadmium, zinc, copper, iron, and chromium content by atomic absorption spectrometry (AAS) after dry ashing (EN 14082:2003, IDT) (DSTU EN 14082:2019). Kyiv: UkrNDNC.
- State Standard of Ukraine. (2022). Foodstuffs. Determination of trace elements. Determination of mercury by cold vapor atomic absorption spectrometry (CVAAS) after pressure digestion (EN 13806:2002, IDT) (DSTU EN 13806:2022). Kyiv: UkrNDNC.

- State Standard of Ukraine. (2022). Water quality. Determination of calcium and magnesium. Atomic absorption spectrometric method (EN ISO 7980:2000, IDT; ISO 7980:1986, IDT) (DSTU EN ISO 7980:2022). Kyiv: UkrNDNC.
- Tůmová, E., Chodová, D., Volek, Z., & Ketta, M. (2021). The effect of feed restriction, sex and age on the carcass composition and meat quality of nutria (*Myocastor coypus*). *Meat Science*, 172, 108317. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108317>
- Wu, G., Bazer, F. W., Cross, H. R., & Landivar, J. A. (2014). Role of animal production in human nutrition and health. *Advances in Nutrition*, 5(6), 816-820. <https://doi.org/10.3945/an.114.007732>
- Williams, P. (2007). Nutritional composition of red meat. *Nutrition & Dietetics*, 64(Suppl. 4), S113-S119. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0080.2007.00197.x>