

Бондаренко Леся Вікторівна

кандидат ветеринарних наук,
доцент кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів,
Національний університет харчових технологій
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3751-9140>

Галенко Олег Олександрович

кандидат технічних наук,
доцент кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів,
Національний університет харчових технологій
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0350-3338>

ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ ТА ЖИРНОКИСЛОТНИЙ ПРОФІЛЬ ОХОЛОДЖЕНОГО І ЗАМОРОЖЕНОГО ФІЛЕ АФРИКАНСЬКОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS*)

У статті наведено результати комплексного дослідження харчової цінності, жирнокислотного профілю та функціонально-технологічних властивостей філе африканського сома *Clarias gariepinus* залежно від способу зберігання. Метою дослідження було встановлення впливу охолодження та заморожування на вміст основних нутрієнтів, поліненасичених жирних кислот омега-3 та омега-6, а також на вологозв'язуючу здатність м'язової тканини. Матеріалом дослідження слугувало свіже, охолоджене та заморожене філе риби, вирощеної в умовах промислової аквакультури. Встановлено, що масова частка води у свіжому філе становила 79,0 %, в охолодженному – 74,4 %, у замороженому – 70,0 %, що свідчить про поступове зниження соковитості м'язової тканини зі зростанням інтенсивності низькотемпературної обробки. Вміст білка зменшувався з 19,0 г на 100 г у свіжому філе до 18,0 г у охолодженному та 17,0 г у замороженому, тоді як масова частка жиру становила відповідно 3,0, 2,5 та 2,2 г на 100 г продукту. Аналіз жирнокислотного складу показав зниження вмісту омега-3 жирних кислот з 500 мг на 100 г у свіжому філе до 425 мг в охолодженному та 380 мг у замороженому, а омега-6 жирних кислот – з 1200 до 1126 та 1000 мг на 100 г відповідно. Вологозв'язуюча здатність до заморожування була найвищою у свіжому філе та становила 78,60 % за показником ВЗЗт і 96,10 % за показником ВЗЗа, тоді як у замороженому філе ці показники знижувалися до 71,20 % та 92,90 %. Після розморожування у зразках замороженого філе відмічено подальше зниження вологозв'язуючої здатності до 69,10 % за ВЗЗт та 90,80 % за ВЗЗа. Авторський внесок полягає у кількісному обґрунтуванні змін харчової та біологічної цінності філе африканського сома залежно від способу зберігання. Наукова новизна дослідження полягає у встановленні взаємозв'язку між жирнокислотним профілем та показниками вологозв'язуючої здатності м'язової тканини після охолодження і заморожування. Практичне значення одержаних результатів полягає в обґрунтуванні раціонального використання охолодженого філе для збереження біологічної цінності та замороженого філе для тривалого зберігання з урахуванням зниження функціонально-технологічних показників.

Ключові слова: африканський сом, *Clarias gariepinus*, харчова цінність, жирнокислотний профіль, омега-3 жирні кислоти, омега-6 жирні кислоти, охолодження, заморожування, вологозв'язуюча здатність.

Постановка проблеми та актуальність. Сучасні тенденції розвитку харчової промисловості та концепція здорового харчування зумовлюють зростання попиту на продукти тваринного походження з високою харчовою та біологічною цінністю. Особливе місце серед них посідає рибна продукція, яка є джерелом повноцінного білка, поліненасичених жирних кислот, вітамінів і мінеральних речовин, необхідних для підтримання фізіологічних функцій організму людини. У цьому контексті важливого значення набуває розвиток аквакультури як стабільного та контрольованого джерела якісної рибної сировини.

Африканський сом (*Clarias gariepinus*) є одним із найбільш перспективних об'єктів інтенсивної прісноводної аквакультури завдяки високій швидкості росту, ефективному використанню кормів, адаптивності до змін умов утримання та високим споживчим властивостям м'яса. Філе цього виду характеризується високим вмістом білка та відносно низьким рівнем жиру, що дозволяє відносити його до дієтичних продуктів. Водночас біологічна цінність рибної сировини значною мірою визначається якісним складом ліпідної фракції, зокрема співвідношенням поліненасичених жирних кислот омега-3 та омега-6, які відіграють



ключову роль у профілактиці серцево-судинних і метаболічних захворювань.

У промисловій практиці найбільш поширеними способами зберігання рибної продукції є охолодження та заморожування. Ці методи забезпечують подовження терміну зберігання, однак можуть по-різному впливати на хімічний склад, харчову цінність і стабільність біологічно активних компонентів, зокрема поліненасичених жирних кислот, чутливих до окиснювальних процесів. Незважаючи на наявність численних досліджень, присвячених загальній характеристиці харчової цінності африканського сома, питання порівняльного впливу охолодження та заморожування на жирнокислотний профіль і харчову повноцінність його філе залишаються недостатньо висвітленими.

У зв'язку з цим актуальним є проведення комплексної оцінки харчової цінності та жирнокислотного складу охолодженого і замороженого філе африканського сома (*Clarias gariepinus*) з метою обґрунтування оптимальних умов зберігання, збереження біологічної цінності рибної сировини та розширення можливостей її використання у виробництві дієтичних, функціональних і високоякісних харчових продуктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження харчової цінності та жирнокислотного профілю прісноводних риб є однією з актуальних тем у сучасній аквакультурі та харчовій науці. У світовій літературі з цього питання представлено значну кількість публікацій, які присвячені оцінці хімічного складу, амінокислотного та ліпідного профілів різних видів риби з метою визначення їх харчової та біологічної цінності. Зокрема, численні дослідження зосереджуються на оцінці якісного та кількісного складу поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), включаючи омега-3 і омега-6, що мають важливе значення для профілактики серцево-судинних, імунних та метаболічних захворювань людини (Gajdošová L., Katrenčíková B., Borbélyová V., & Muchová J. [3], Simopoulos A.P. [4]; Wang C., Chung M., Lichtenstein A., et al. [5]).

Для ряду видів прісноводних риб, таких як короп (*Cyprinus carpio*), товстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix*) та сомоподібні риби, у тому числі *Clarias gariepinus*, опубліковані дані щодо загального вмісту білка, жиру та жирнокислотного складу м'яса. Ці дослідження підтверджують, що рибне філе є джерелом високоякісних білків та ПНЖК, проте значна частина літератури зосереджена на характеристиці продукції лише у базових умовах (без аналізу впливу зберігання) або на загальних порівняннях між видами (Adeniyi S.A., Orjiekwe C.L., Ehiagbonare J.E., & Josiah S.J. [1]; FAO [2]).

Водночас порівняльні дослідження впливу способів зберігання, зокрема охолодження та глибокого заморожування, на харчову цінність і стабільність ліпідів у прісноводних видах здійснені не так широко. Деякі роботи висвітлюють загальні тенденції зниження якості ліпідів при тривалому зберіганні, пов'язані з процесами окиснення та гідролізу, але відсутня однозначна

оцінка таких змін саме для філе африканського сома (Бойко М.В. [6]; Гончарова О.В., Феронов Д.Ю. [7]).

Особливою проблемою є нестача порівняльних даних про зміни жирнокислотного профілю при охолодженні та заморожуванні африканського сома, що обмежує можливості наукового обґрунтування вибору оптимальних умов зберігання. Існуючі публікації частіше акцентують увагу на технологічних аспектах заморожування, не пов'язуючи їх із змінами функціональних і біологічно активних компонентів.

Наукова література демонструє важливість подальшого вивчення впливу способів зберігання на якість рибної продукції, зокрема африканського сома, що дозволить не лише поглибити фундаментальні знання про біохімічні процеси під час зберігання, а й сприятиме розвитку технологій виробництва більш якісної та корисної харчової продукції.

Метою дослідження було здійснення комплексної оцінки харчової цінності та жирнокислотного профілю охолодженого і замороженого філе африканського сома (*Clarias gariepinus*) з метою встановлення впливу способу зберігання на вміст основних нутрієнтів і поліненасичених жирних кислот омега-3 та омега-6, а також обґрунтування доцільності використання досліджуваної сировини у виробництві дієтичних і функціональних харчових продуктів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Матеріалом для дослідження слугувало філе африканського сома (*Clarias gariepinus*), вирощеного в умовах промислового аквакультурного господарства. Для проведення експерименту було сформовано дві групи зразків: охолоджене філе та заморожене філе. Риба мала середню масу 0,8–1,2 кг. Після вилову первинну обробку та філювання здійснювали з дотриманням санітарно-гігієнічних вимог.

Охолоджені зразки зберігали при температурі 0...+2 °C протягом короткострокового періоду. Заморожування філе здійснювали при температурі –18 °C з подальшим зберіганням у морозильній камері. Перед проведенням аналізів заморожені зразки розморожували при температурі +4 °C до повного відтавання, що дозволяло мінімізувати втрати вологи та структурні пошкодження м'язової тканини.

Фізико-хімічні показники філе визначали за стандартними методиками. Масову частку вологи визначали ваговим методом шляхом висушування зразків до постійної маси за температури (103±2) °C. Масову частку золи визначали методом озолення у муфельній печі за температури (500±25) °C. Вміст білка визначали методом К'ельдаля, масову частку жиру – екстракційним методом за Сокслетом. Вуглеводи визначали розрахунковим шляхом. Енергетичну цінність розраховували на основі вмісту основних нутрієнтів (ГОСТ 7636-85 [8]; ДСТУ 8030:2015 [9]; ДСТУ ISO 5508:2001 [10]).

Жирнокислотний склад ліпідної фракції визначали газохроматографічним методом після попереднього метилювання жирних кислот. Для екстракції

ліпідів використовували суміш хлороформу та метанолу. Ідентифікацію метилових ефірів жирних кислот здійснювали на газовому хроматографі з полум'яно-іонізаційним детектором.

Особливу увагу приділено вмісту поліненасичених жирних кислот омега-3 та омега-6, що мають важливе фізіологічне значення і визначають дієтичну цінність м'яса африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*). Ці сполуки відіграють ключову роль у підтриманні фізіологічних функцій організму, беруть участь у побудові клітинних мембран, регуляції ліпідного обміну та профілактиці серцево-судинних захворювань. Для видів риб прісноводної аквакультури баланс між омега-3 та омега-6 кислотами є також показником якості годівлі та складу кормів. Узагальнені результати досліджень подано в таблиці. Вміст омега-3 та омега-6 жирних кислот розраховували в міліграмах на 100 г продукту.

Результати дослідження показали, що охолоджене філе африканського сома характеризується високим вмістом білка та помірною кількістю жиру, що зумовлює його дієтичні властивості. Вміст вологи свідчить про добру соковитість і свіжість продукту. Ліпідна фракція охолодженого філе містить значну кількість поліненасичених жирних кислот, зокрема омега-3 та омега-6, які визначають біологічну цінність продукту.

У замороженому філе відмічено незначні зміни фізико-хімічних показників порівняно з охолодженими зразками. Зокрема, спостерігалася тенденція до зменшення вмісту вологи, що може бути пов'язано з процесами кристалізації води та частковими втратами клітинного соку під час розморожування. Вміст білка залишався стабільним, тоді як кількість жиру зазнавала незначних змін.

Аналіз жирнокислотного складу показав, що заморожування впливає на кількісний вміст поліненасичених

жирних кислот. У заморожених зразках спостерігалася тенденція до зниження вмісту омега-3 та омега-6 жирних кислот, що пов'язано з окиснювальними процесами під час зберігання. Водночас співвідношення омега-6/омега-3 залишалося в межах рекомендованих значень, що свідчить про збереження харчової повноцінності продукту.

Отримані результати підтверджують, що спосіб зберігання істотно впливає на харчову та біологічну цінність філе африканського сома. Охолодження забезпечує кращу збереженість біологічно активних компонентів при короткочасному зберіганні, тоді як заморожування є ефективним методом для подовження терміну зберігання за умови певного зниження вмісту поліненасичених жирних кислот.

Дані таблиці 2 свідчать про чітку залежність вологосв'язуючої здатності (ВЗЗ) філе від стану сировини та дії низькотемпературної обробки. Найвищі значення ВЗЗм та ВЗЗа до заморожування зафіксовано у свіжому філе, що обумовлено максимально збереженою нативною структурою міофібрилярних білків та відсутністю структурних ушкоджень м'язової тканини.

Охолоджене філе характеризується дещо нижчими показниками ВЗЗм (74,40 %) та ВЗЗа (94,25 %) порівняно зі свіжим, що пов'язано з початковими автолітичними процесами та частковим порушенням білково-водних зв'язків у процесі зберігання при знижених температурах.

Найнижчі значення вологосв'язуючої здатності до заморожування встановлено для замороженого філе (ВЗЗм – 71,20 %, ВЗЗа – 92,90 %), що пояснюється кристалізацією внутрішньоклітинної води, механічним пошкодженням клітинних мембран та частковою денатурацією білків.

Після розморожування у зразках охолодженого та замороженого філе спостерігається подальше

Таблиця 1 – Хімічний склад і жирнокислотний профіль філе *Clarias gariepinus*

Показник	Свіже філе	Охолоджене філе	Заморожене філе
Масова частка вологи, %	79,0 ± 0,5	74,4 ± 0,2	70,0 ± 0,5
Масова частка золи, %	2,6 ± 0,05	2,7 ± 0,02	2,4 ± 0,05
Білки, г/100 г	19,0 ± 0,3	18,0 ± 0,2	17,0 ± 0,3
Жири, г/100 г	3,0 ± 0,2	2,5 ± 0,1	2,2 ± 0,2
Вуглеводи, г/100 г	0 (слідова)	0 (слідова)	0 (слідова)
Енергетична цінність	580 кДж (138 ккал)	554 кДж (132 ккал)	530 кДж (127 ккал)
Омега-3, мг/100 г	500 ± 20	425 ± 17	380 ± 20
Омега-6, мг/100 г	1200 ± 50	1126 ± 45	1000 ± 50

Джерело: сформовано авторами

Таблиця 2 — Вологосв'язуюча здатність філе *Clarias gariepinus*

Зразок	До заморожування		Після розморожування	
	ВЗЗм	ВЗЗа	ВЗЗм	ВЗЗа
Свіже філе	78,60 ± 0,12	96,10 ± 0,04	–	–
Охолоджене філе	74,40 ± 0,10	94,25 ± 0,03	72,50 ± 0,08	92,70 ± 0,06
Заморожене філе	71,20 ± 0,11	92,90 ± 0,05	69,10 ± 0,09	**90,80 ± 0,06

Джерело: сформовано авторами

зниження В33m і В33a. Зокрема, для замороженого філе показник В33a зменшується до 90,80 %, що свідчить про посилення втрат вологи внаслідок повторного руйнування структури м'язової тканини та ослаблення гідрофільних властивостей білків.

Таким чином, заморожування та подальше розморожування негативно впливають на вологозв'язуючу здатність філе, причому ступінь зниження показників корелює з початковим станом сировини. Отримані результати підтверджують доцільність використання свіжої або мінімально обробленої сировини для виробництва продукції з високими функціонально-технологічними показниками.

Висновки. Проведені дослідження показали, що філе африканського сома *Clarias gariepinus* є цінною харчовою сировиною, яка характеризується високим вмістом білка, помірною кількістю ліпідів та наявністю поліненасичених жирних кислот, що визначають його біологічну повноцінність. Встановлено, що спосіб зберігання істотно впливає на фізико-хімічні

показники, жирнокислотний профіль та функціонально-технологічні властивості м'язової тканини. Охолодження забезпечує кращу збереженість харчової та біологічної цінності філе при короткостроковому зберіганні, тоді як заморожування, будучи ефективним методом подовження терміну зберігання, супроводжується зменшенням масової частки вологи, вмісту поліненасичених жирних кислот та вологозв'язуючої здатності. Зниження показників вологозв'язуючої здатності після розморожування свідчить про структурні зміни м'язової тканини та ослаблення білково-водних зв'язків унаслідок низькотемпературної обробки. Отримані результати підтверджують доцільність диференційованого підходу до вибору способів зберігання філе африканського сома залежно від цільового призначення продукції та вимог до її харчової і функціонально-технологічної якості, а також можуть бути використані для оптимізації технологій переробки та розширення асортименту рибної продукції з підвищеною біологічною цінністю.

Список використаних джерел:

1. Adeniyi S.A., Orjiekwe C.L., Ehiagbonare J.E., Josiah S.J. Nutritional Composition of Three Different Fishes (*Clarias gariepinus*, *Malapterurus electricus* and *Tilapia guineensis*). *Pakistan Journal of Nutrition*, 2012. No. 11 (9). P. 793–797. URL: https://www.academia.edu/36604410/Nutritional_Composition_of_Three_Different_Fishes_Clarias_gariepinus_Malapterurus_electricus_and_Tilapia_guineensis
2. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO, Rome, 2020. 244 p. DOI: <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
3. Gajdošová L., Katrenčíková B., Borbélyová V., Muchová J. The Effect of Omega-3 Fatty Acid Supplementation and Exercise on Locomotor Activity, Exploratory Activity, and Anxiety-Like Behavior in Adult and Aged Rats. *EFSA Journal, Physiol Res*. 2024 Jul 15. No. 73 (3). P. 461–480. DOI: <https://doi.org/10.33549/physiolres.935245>
4. Simopoulos, A. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother*. 2002 Oct. No. 56 (8). P. 365–79. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0753-3322\(02\)00253-6](https://doi.org/10.1016/s0753-3322(02)00253-6)
5. Wang C, Chung M, Lichtenstein A, et al. Effects of Omega-3 Fatty Acids on Cardiovascular Disease: Summary. 2004 Mar. In: *AHRQ Evidence Report Summaries*. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); pp. 1998–2005. No. 94. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11900/>
6. Бойко М.В. Технології охолодження і заморожування рибної сировини. Харків: ХДУХТ, 2020. 212 с.
7. Гончарова О.В., Феровов Д.Ю. Шляхи розвитку рибної галузі в умовах глобальної зміни клімату. «Рациональне використання біоресурсів та охорона навколишнього середовища». *Матеріали наукової Інтернет-конференції молодих вчених, аспірантів та студентів*. 17–19 березня 2021 р., м. Херсон. С. 14. URL: <https://www.ksau.kherson.ua/files/konferencii/202103/Конференция%202021%20березень%20студ%20ФГРП.pdf>
8. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие и продукты их переработки. Методы анализа.
9. ДСТУ 8030:2015. Рыба, морепродукты и продукты из них. Методы определения белка.
10. ДСТУ ISO 5508:2001. Жиры и масла. Анализ метиловых эфиров жирных кислот.

References:

1. Adeniyi, S. A., Orjiekwe, C. L., Ehiagbonare, J. E., & Josiah, S. J. (2012). Nutritional composition of three different fishes (*Clarias gariepinus*, *Malapterurus electricus* and *Tilapia guineensis*). *Pakistan Journal of Nutrition*, no. 11 (9), pp. 793–797. Available at: https://www.academia.edu/36604410/Nutritional_Composition_of_Three_Different_Fishes_Clarias_gariepinus_Malapterurus_electricus_and_Tilapia_guineensis
2. FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture*. Rome: FAO. DOI: <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
3. Gajdošová, L., Katrenčíková, B., Borbélyová, V., & Muchová, J. (2024). The effect of omega-3 fatty acid supplementation and exercise on locomotor activity. *Physiological Research*, no. 73 (3), pp. 461–480. DOI: <https://doi.org/10.33549/physiolres.935245>
4. Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, no. 56 (8), pp. 365–379. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0753-3322\(02\)00253-6](https://doi.org/10.1016/s0753-3322(02)00253-6)
5. Wang, C., Chung, M., Lichtenstein, A., et al. (2004). Effects of omega-3 fatty acids on cardiovascular disease. In: *AHRQ Evidence Report Summaries* (no. 94). Rockville: Agency for Healthcare Research and Quality. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11900/>
6. Boiko, M. V. (2020). *Tekhnologii okholodzhennia i zamorozhuvannia rybnoi syrovyny* [Technologies of cooling and freezing fish raw materials]. Kharkiv: KhDUKht.

7. Honcharova, O. V., & Feronov, D. Yu. (2021). Shliakhy rozvytku rybnoi haluzi v umovakh hlobalnoi zminy klimatu [Development of the fisheries industry in the context of global climate change]. In: *Ratsionalne vykorystannia bioresursiv ta okhorona navkolyshnoho seredovyshcha* (pp. 14). Kherson. Available at: <https://www.ksau.kherson.ua/files/konferencii/202103/Konferentsiya%202021%20berezen%20stud%20FHRP.pdf>
8. HOST 7636-85. (1985). Ryba, morski ssavtsi ta produkty yikh pererobky. Metody analizu [Fish, marine mammals and processed products. Methods of analysis].
9. DSTU 8030:2015. (2015). Ryba, moreprodukty ta produkty z nykh. Metody vyznachennia bilka [Fish and seafood. Methods for protein determination].
10. DSTU ISO 5508:2001. (2001). Zhyry ta olii. Analiz metylovykh efriv zhyrnykh kyslot [Fats and oils. Analysis of methyl esters of fatty acids].

Lesya Bondarenko, Oleg Galenko
National University of Food Technologies

NUTRITIONAL VALUE AND FATTY ACID PROFILE OF CHILLED AND FROZEN FILLETS OF AFRICAN CATFISH (CLARIAS GARIEPINUS)

*The article presents the results of a comprehensive study of the nutritional value, fatty acid profile and functional and technological properties of African catfish *Clarias gariepinus* fillets depending on the storage method. The aim of the study was to determine the effect of cooling and freezing on the content of essential nutrients, polyunsaturated fatty acids omega-3 and omega-6, as well as on the moisture-binding capacity of muscle tissue. The material used for the study was fresh, chilled and frozen fillets of fish grown in industrial aquaculture. It was found that the mass fraction of moisture in fresh fillets was 79.0%, in chilled fillets – 74.4%, in frozen fillets – 70.0%, which indicates a gradual decrease in the juiciness of muscle tissue with increasing intensity of low-temperature processing. The protein content decreased from 19.0 g per 100 g in fresh fillet to 18.0 g in chilled and 17.0 g in frozen, while the mass fraction of fat was 3.0, 2.5 and 2.2 g per 100 g of product, respectively. Analysis of the fatty acid composition showed a decrease in the content of omega-3 fatty acids from 500 mg per 100 g in fresh fillet to 425 mg in chilled and 380 mg in frozen, and omega-6 fatty acids from 1200 to 1126 and 1000 mg per 100 g, respectively. The moisture-binding capacity before freezing was the highest in fresh fillet and amounted to 78.60% according to the WHCm indicator and 96.10% according to the WHCa indicator, while in frozen fillet these indicators decreased to 71.20% and 92.90%. After thawing, a further decrease in moisture-binding capacity to 69.10% according to WHCm and 90.80% according to WHCa was noted in frozen fillet samples. The author's contribution consists in the quantitative substantiation of changes in the nutritional and biological value of African catfish fillets depending on the storage method. The scientific novelty of the study lies in establishing the relationship between the fatty acid profile and the indicators of moisture-binding capacity of muscle tissue after cooling and freezing. The practical significance of the results obtained is to substantiate the rational use of chilled fillets to preserve biological value and frozen fillets for long-term storage, taking into account the reduction in functional and technological indicators.*

Keywords: African catfish, *Clarias gariepinus*, nutritional value, fatty acid profile, omega-3 fatty acids, omega-6 fatty acids, cooling, freezing, moisture-binding capacity.

Дата надходження статті: 24.03.2026

Дата прийняття статті: 14.04.2026

Дата публікації статті: 29.05.2026