УДК 665.12:637.524
https://doi.org/10.31548/humanhealth.4.2024.98

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ВАРЕНИХ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ХЛОРЕЛОЮ

Людмила Володимирівна Кулакова*,
здобувачка ступеня доктора філософії,
https://orcid.org/0009-0004-8499-3886,
Національний університет біоресурсів і природокористування України, 03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15

Анотація. *Оцінка жирнокислотного складу варених ковбасних виробів із додаванням хлорели, лляної та оливкової олій є важливою для визначення їх харчової цінності, оскільки пропорції окремих жирних кислот безпосередньо впливають на поживні властивості кінцевого продукту, що має значення для здоров'я споживачів. Крім того, зниження вмісту насичених жирів і підвищення кількості ненасичених, зокрема омега-3 та поліненасичених жирних кислот, сприяє покращенню якості виробу, роблячи його більш корисним. Оптимальний баланс жирних кислот дозволяє знизити ризик серцево-судинних захворювань і запальних процесів, а продукти з покращеним жирнокислотним складом стають більш привабливими для споживачів, які дбають про своє здоров'я. Також важливо відзначити, що застосування інгредієнтів, що оптимізують жирнокислотний профіль продукту, відповідає сучасним трендам у харчовій промисловості, бо акцент робиться на зменшенні насичених жирів та збільшенні кількості ненасичених жирів. Це сприяє не лише покращенню здоров'я споживачів, але й підвищенню конкурентоспроможності виробу на ринку здорового харчування. Крім того, використання високоякісних олій дозволяє зменшити окислювальні процеси під час зберігання, що сприяє збереженню корисних властивостей продукту протягом всього терміну придатності. Визначення жирнокислотного складу проведено методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот на газовому хроматографі Trace Ultra з полум'яно-іонізаційним детектором, на капілярній колонці SP-2560 (Supelco). Встановлено, що зразок 2 має найнижчий вміст насичених жирних кислот 27,59 % і найвищий уміст ненасичених жирних кислот 72,41 %. Це є позитивним показником, оскільки зменшення кількості насичених жирів сприяє зниженню ризику серцево-судинних захворювань. Також у зразку 2 спостерігається збільшення мононенасичених жирних кислот 36,94 % та поліненасичених жирних кислот 35,48 % у порівнянні до контролю, що позитивно впливає на здоров'я. Важливою перевагою 3 зразка є вміст омега-3 жирних кислот які удвічі перевищують контрольний показник, а рівень омега-6 жирних кислот знижений, що сприяє їх оптимальному співвідношенню. Зниження співвідношення омега-6 до омега-3 у дослідних зразках вказує на потенціал зменшення запальних процесів і ризику серцево-судинних захворювань, роблячи продукти більш корисними для споживачів.*

Ключові слова: *морські водорості, насичені жирні кислоти, ненасичені жирні кислоти, омега-3, омега-6, лляна олія, оливкова олія*

---

* *Науковий керівник: Слива Юлія Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України*

UDC 665.12:637.524
https://doi.org/10.31548/humanhealth.4.2024.98

FATTY ACID COMPOSITION OF COOKED SAUSAGE PRODUCTS ENRICHED WITH CHLORELLA

Liudmyla Kulakova,
PhD candidate,
https://orcid.org/0009-0004-8499-3886,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 03041, Heroiv Oborony Str., 15, Kyiv, Ukraine

Abstract. *Assessing the fatty acid composition of cooked sausage products with chlorella, linseed and olive oils is important for determining their nutritional value, as the proportions of individual fatty acids directly affect the nutritional properties of the final product, which is important for consumer health. In addition, reducing the content of saturated fat and increasing the amount of unsaturated fatty acids, in particular omega-3 and polyunsaturated fatty acids, helps to improve the quality of the product, making it more useful. The optimal balance of fatty acids reduces the risk of cardiovascular disease and inflammation, and products with an improved fatty acid composition become more attractive to health-conscious consumers. It is also important to note that the use of ingredients that optimize the fatty acid profile of a product is in line with current trends in the food industry, as the emphasis is on reducing saturated fat and increasing unsaturated fat. This not only improves consumer health, but also increases the product's competitiveness in the healthy food market. In addition, the use of high-quality oils reduces oxidative processes during storage, which helps to preserve the product's beneficial properties throughout its shelf life. The fatty acid composition was determined by gas chromatography of fatty acid methyl esters on a Trace Ultra gas chromatograph with a flame ionization detector, using a SP-2560 capillary column (Supelco). It was found that sample 2 has the lowest content of saturated fatty acids 27.59% and the highest content of unsaturated fatty acids 72.41%. This is a positive indicator, since reducing the amount of saturated fat helps reduce the risk of cardiovascular disease. In addition, sample 2 shows an increase in monounsaturated fatty acids of 36.94% and polyunsaturated fatty acids of 35.48% compared to the control, which has a positive effect on health. An important advantage of sample 3 is the content of omega-3 fatty acids, which is twice as high as the control, and the level of omega-6 fatty acids is reduced, which contributes to their optimal ratio. The reduced ratio of omega-6 to omega-3 in the prototypes indicates the potential to reduce inflammation and the risk of cardiovascular disease, making the products more beneficial to consumers.*

Keywords: *seaweed, saturated fatty acids, unsaturated fatty acids, omega-3, omega-6, flaxseed oil, olive oil*

ВСТУП. Нині споживачі все більше звертають увагу на продукти харчування, що не лише забезпечують енергетичні потреби, а й позитивно впливають на здоров’я (Kim et al., 2010). Продукти вважаються корисними, якщо їхній склад характеризується низьким умістом жиру, добавок та солі (Kruk et al., 2014). Як відзначають Omar et al. (2009), для збереження здоров’я протягом усього життя необхідна їжа, багата на різноманітні поживні речовини. Сучасне суспільство очікує від виробників харчової продукції створення більш корисних товарів. Головним завданням є розробка продуктів, які мінімізують негативні властивості та посилюють корисні, що зі свого боку залежить від вибору сировини та джерел жиру.

За даними Youssef and Barbut (2009) жири та олії мають важливе значення для функціональної та сенсорної якості багатьох харчових продуктів. Проте численні дослідження свідчать, що надмірне споживання жирів може призвести до серцево-судинних захворювань та ожиріння через підвищення рівня ліпопротеїнів низької щільності (Jo et al., 2015). Зменшення вмісту тваринного жиру, використовуючи нем'ясну сировину, наприклад харчові волокна, ізольовані соєві білки, морські водорості або їх екстракти, дозволить виробляти більш здорові м'ясні продукти (Khan et al., 2011). Рослинні олії також використовуються як замінники тваринного жиру в нежирних м'ясних продуктах (Ambrosiadis et al., 1996; Muguerza et al., 2001).

Для аналізу зв'язку між здоровим харчуванням та захворюваннями серцево-судинної системи були розроблені різноманітні дієтичні рекомендації, такі як Dietary Approaches to Stop Hypertension та Alternative Healthy Eating Index (2020). За даними Mertens et al. (2018), дотримання цих рекомендацій пов'язано з меншим ризиком виникнення серцево-судинних захворювань. Крім того, регулювання дієти шляхом зниження споживання насичених жирних кислот (SFA) або їхньої часткової заміни мононенасиченими (MUFA) та поліненасиченими жирними кислотами (PUFA) може дещо зменшити ризик виникнення цих захворювань (Michas et al., 2014). Drouin-Chartier et al. (2018) також відзначили, що заміна насичених жирних кислот на n6 PUFA сприяє зниженню рівня ліпопротеїнів низької щільності в крові.

На фоні зростаючого інтересу споживачів до здорового харчування та високої якості продуктів важливим стає контроль жирнокислотного складу. Жирні кислоти визначають як харчову цінність продукту, так і їхній вплив на здоров'я людини, оскільки різні типи жирних кислот мають різноманітний біологічний ефект. Наприклад, надмірне споживання насичених жирних кислот може підвищувати ризик серцево-судинних захворювань, тоді як мононенасичені та поліненасичені жирні кислоти сприяють зниженню рівня холестерину та нормалізації метаболічних процесів.

Зниження рівня пальмітинової кислоти у продуктах свідчить про зменшення насичених жирних кислот, що є позитивним, враховуючи зв'язок насичених жирів із підвищеним ризиком серцево-судинних захворювань (Hooper et al., 2020). Аналогічно, зменшення вмісту пальмітолеїнової кислоти сприяє оптимізації балансу між моно- та поліненасиченими жирними кислотами, що є ключовим для регулювання рівня холестерину (Keys et al., 2020; Abdelhamid et al., 2018). Збільшення вмісту олеїнової кислоти сприяє зниженню рівня ліпопротеїдів низької щільності (ЛПНЩ) та підвищенню ліпопротеїдів високої щільності (ЛПВЩ), що позитивно впливає на профіль ліпідного обміну (Lu et al., 2024). Крім того, зростання вмісту лінолевої кислоти сприяє зниженню ризику серцево-судинних захворювань, адже ця кислота допомагає зменшувати рівень холестерину та концентрацію ЛПНЩ, особливо при заміні насичених жирів (Mensink et al., 2003; Cambiaggi et al., 2023). Збільшення ліноленової кислоти характеризує зростання вмісту омега-3 жирних кислот, які є необхідними для підтримки здоров'я серця, покращення стану шкіри, зміцнення імунітету та стабілізації емоційного стану (Lowry et al., 2020; Leung et al., 2021; Yuan et al., 2022). А збільшення цис-11,14,17-ейкозатрієнової кислоти вказує на підвищення рівня омега-3 жирних кислот, що робить продукт більш корисним для серцево-судинної системи (Czernichow et al., 2010; Neff et al., 2011).

М'ясо різних тварин містить подібний набір жирних кислот, серед яких домінують пальмітинова, стеаринова, олеїнова, пальмітолеїнова, лінолева, ліноленова та арахідонова кислоти, хоча їхні концентрації та процентне співвідношення можуть значно варіюватися (Calkins and Hodgen, 2007). Смакові сполуки, які утворюються з ліпідів, виникають внаслідок термічного окислення жирних кислот під час приготування, що формує більш привабливі ароматичні компоненти у порівнянні з автоокисленням. Зокрема, мононенасичені (наприклад, олеїнова) та поліненасичені (наприклад, лінолева) жирні кислоти в м'ясі

сприяють утворенню різноманітних летких сполук, що посилюють аромат готової страви (Dinh et al., 2021).

Дослідження жирнокислотного складу ковбасних виробів дозволяє оцінити їхню харчову цінність, відповідність нормативним вимогам та потенціал для вдосконалення рецептури. Застосування рослинних олій і хлорели у виробництві м'ясних продуктів є одним із способів оптимізації жирового профілю, що дозволяє знизити кількість насичених жирних кислот і підвищити вміст корисних омега-3 та омега-6 жирних кислот. Отже, аналіз жирнокислотного профілю ковбасних виробів має велике значення для розробки більш здорових продуктів, які відповідають сучасним вимогам здорового харчування.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ. Визначити вплив додавання хлорели, лляної та оливкової олій на формування жирнокислотного складу варених ковбасних виробів для оптимізації їхньої поживної цінності, зниження вмісту насичених жирних кислот, збільшення кількості корисних ненасичених жирів (зокрема, поліненасичених та омега-3 жирних кислот) та покращення співвідношення омега-6 до омега-3.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. Дослідження проводили на базі Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України. Для дослідження були використані зразки варених ковбас: № 1 – контроль «Любительська свиняча» (ДСТУ 4436 : 2005); № 2 – із хлорелою та лляною олією; № 3 – із хлорелою та оливковою олією.

Для виробництва варених ковбасних виробів використовували таку сировину: свинину, хлорелу, шпик, лляну олію, оливкову олію, молочну сироватку, сіль кухонну, аскорбінову кислоту, перець чорний мелений, мускатний горіх. Технологічний процес включав первинне подрібнення, соління м'яса, витримування в розсолі впродовж 12 годин, складання фаршу в кутері, внесення емульсії (гідратована хлорела, олія та спеції), підготовку оболонок та їхнє наповнення, формування та в'язання батонів, осаджування батонів впродовж 1 години, варіння за температури 85 ºС упродовж 1 години, охолодження, контроль якості, зберігання за температури 0−8 ºС.

Визначення жирнокислотного складу проводили згідно з ДСТУ ISO 5508-2001 «Жири та олії тваринні й рослинні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот (ISO 5508 : 1990, IDT)» (2001). Пробопідготовку здійснювали згідно з ДСТУ ISO 5509-2002 «Жири та олії тваринні і рослинні. Приготування метилових ефірів жирних кислот (ISO 5509 : 2000, IDT)» (2002). Хроматографічний аналіз жирних кислот виконано на газовому хроматографі Trace Ultra з полум'яно-іонізаційним детектором, на капілярній колонці SP-2560 (Supelco). Розширена невизначеність результатів випробувань отримана шляхом множення стандартного відхилення відтворюваності, обчисленого за уточненим рівнянням Горвіца-Томпсона, на коефіцієнт охоплення k=2, що визначає інтервал з рівнем довіри, який дорівнює 95 % за допустимого нормального розподілу.

Готові результати дослідження статистично опрацьовували за допомогою вбудованих функцій Microsoft Excel 365.

РЕЗУЛЬТАТИ. Різні продукти містять різну кількість жиру та різні типи жирних кислот, і на них можуть впливати способи обробки, зберігання та приготування Вміст жирнокислотного складу варених ковбасних виробів, а саме насичених, ненасичених, мононенасичених, поліненасичених жирних кислот у дослідних зразках за різними рецептурами наведено у таблиці.

За даними таблиці, у зразку 2 спостерігається зниження міристинової (C14:0) та пальмітинової (C16:0) кислот порівняно з контрольним зразком – відповідно на 10 % та 16 %, що свідчить про зменшення насичених жирних кислот завдяки додаванню хлорели та заміні шпику на лляну олію.

Таблиця. Жирнокислотний склад варених ковбасних виробів із хлорелою

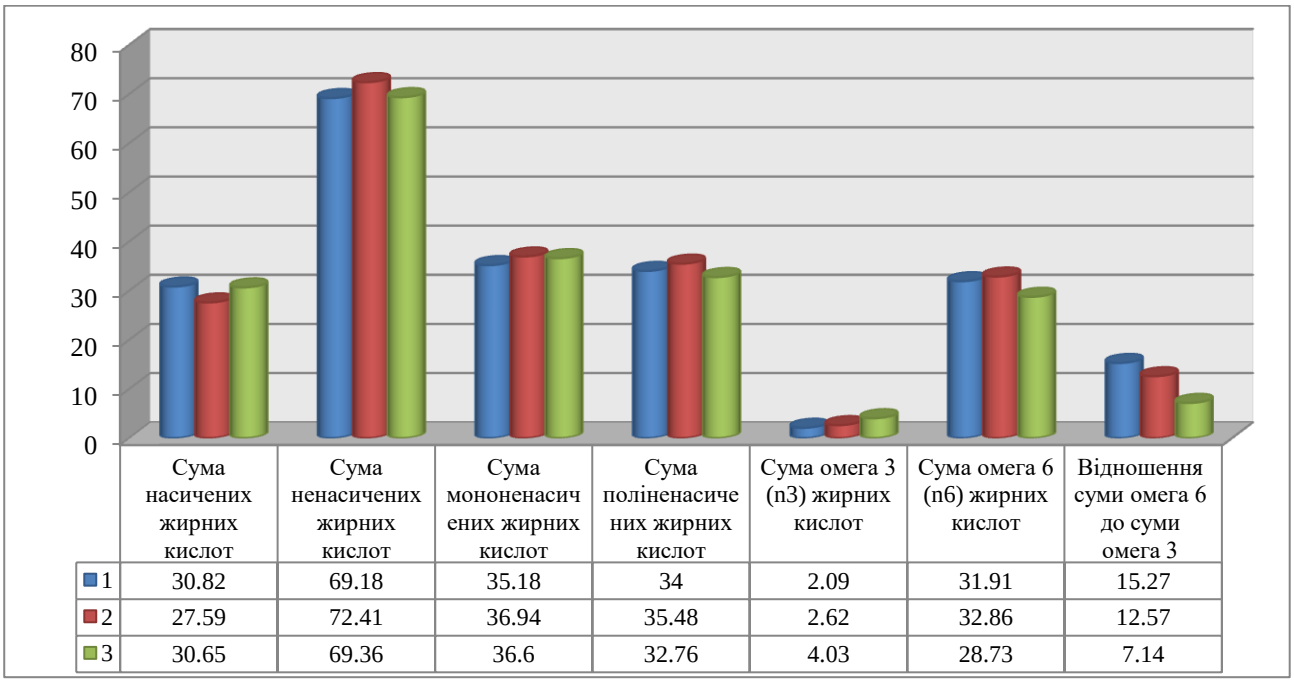
Найменування показників, одиниці вимірювань	Масова частка жирної кислоти у зразках, % до сумижирних кислот, % ± U[1]		
	1[2]	2[3]	3[4]
міристинова кислота (C14:0)	0,91 ± 0,19	0,75 ± 0,17	0,87 ± 0,19
пальмітинова кислота (C16:0)	17,72 ± 0,84	16,11 ± 0,80	18,19 ± 0,85
пальмітолеїнова кислота (C16:1)	1,19 ± 0,22	0,73 ± 0,17	0,91 ± 0,19
стеаринова кислота (C18:0)	12,20 ± 0,70	10,74 ± 0,66	11,59 ± 0,68
олеїнова кислота (C18:1n9c)	32,28 ± 1,14	33,65 ± 0,97	34,45 ± 1,17
лінолева кислота (C18:2n6c)	30,80 ± 1,11	31,73 ± 1,13	27,71 ± 1,05
цис-11-ейкозенова кислота (C20:1n9)	1,72 ± 0,26	12,56 ± 0,71	1,25 ± 0,22
ліноленова кислота (C18:3n3)	0,29 ± 0,12	0,39 ± 0,11	0,41 ± 0,13
цис-11,14-ейкозадієнова кислота (C20:2n6)	0,68 ± 0,19	0,72 ± 0,17	0,91 ± 0,16
цис-8,11,14-ейкозатрієнова кислота (C20:3n6)	0,21 ± 0,09	0,41 ± 0,13	0,35 ± 0,12
цис-11,14,17-ейкозатрієнова кислота (C20:3n3)	1,71 ± 0,26	2,33 ± 0,31	3,62 ± 0,38

Примітка: [1]розширена невизначеність отримана шляхом множення стандартного відхилення відтворюваності, обчисленого за уточненим рівнянням Горвіца-Томпсона, на коефіцієнт охоплення k=2, що визначає інтервал з рівнем довіри, який дорівнює 95 % за допустимого нормального розподілу; [2]контрольний зразок; [3]зразок з хлорелою та лляною олією; [4]зразок з хлорелою та оливковою олією.
Джерело: розроблене автором.

Заміна жиру, багатого на насичені жирні кислоти, лляною олією, що містять поліненасичені жирні кислоти, привела до зниження вмісту пальмітолеїнової кислоти (C16:1) у зразку 2 на 46 %. У зразках 2 та 3 виявлено зниження рівня стеаринової кислоти (C18:0) порівняно з контрольним – відповідно на 14,6 % та 6,1 %. Невелике збільшення олеїнової кислоти (C18:1n9c) спостерігається у зразках 2 та 3 – на 13,7 % і 14,5 %, що покращує загальний ліпідний профіль та має захисний вплив на серцево-судинну систему. У зразку 2 зафіксовано збільшення лінолевої кислоти (C18:2n6c) на 10,9 % порівняно з контрольним зразком, її підвищення є позитивним показником поліпшення складу жирів у продукті. Вміст цис-11-ейкозенової кислоти (C20:1n9) у зразку 2 збільшено на 10,84 % відносно контролю, що вказує на рослинне походження жирів. Також зразок 2 демонструє збільшення ліноленової кислоти (C18:3n3) від 10 до 20 %, що особливо важливо з огляду на сучасні рекомендації щодо споживання омега-3 жирів. Незначне збільшення концентрації цис-11,14-ейкозадієнової кислоти (C20:2n6) та цис-8,11,14-ейкозатрієнової кислоти (C20:3n6) спостерігається у зразках 2 та 3 порівняно з контрольним зразком, що свідчить про загальне підвищення рівня поліненасичених жирних кислот. Також фіксується збільшення цис-11,14,17-ейкозатрієнової кислоти (C20:3n3) порівняно з контролем – на 16,2 % та 21,9 %, що вказує на значне зростання омега-3 жирних кислот.

Після визначення вмісту жирнокислотного складу варених ковбасних виробів із хлорелою наступним етапом було визначити суми насичених, ненасичених, мононенасичених, поліненасичених, омега-3 (n3), омега-6 (n6) жирних кислот, а також

відношення суми омега-6 до суми омега-3 в дослідних зразках. Результати представлені на рисунку.



	Сума насичених жирних кислот	Сума ненасичених жирних кислот	Сума мононенасичених жирних кислот	Сума поліненасичених жирних кислот	Сума омега 3 (n3) жирних кислот	Сума омега 6 (n6) жирних кислот	Відношення суми омега 6 до суми омега 3
1	30.82	69.18	35.18	34	2.09	31.91	15.27
2	27.59	72.41	36.94	35.48	2.62	32.86	12.57
3	30.65	69.36	36.6	32.76	4.03	28.73	7.14

Рисунок. Уміст жирних кислот варених ковбасних виробів із хлорелою

Джерело: розроблено автором.

На основі аналізу отриманих результатів можна сформувати декілька висновків щодо показників жирних кислот у дослідних та контрольному зразках. Оцінюючи суму насичених жирних кислот зразків, видно, що цей показник нижчий у 2 зразку (на 12,3 %), у порівнянні з контрольним, що є позитивним з погляду на зниження насичених жирів та більш корисний його склад для серцево-судинної системи. Дослідний зразок 2 має значення суми ненасичених жирних кислот вище (на 12,3 %) порівняно з контролем, що є перевагою, оскільки вони сприяють зниженню рівня холестерину та підтримці здоров'я серцево-судинної системи. Що стосується значення суми мононенасичених жирних кислот, то вони вищі (на 17,6 та 14,2 %) за контрольний показник, що є позитивним, оскільки ці жири позитивно впливають на серце, знижуючи ризик захворювань серцево-судинної системи. Значення суми поліненасичених жирних кислот вищі у другому зразку (на 14,8 %) порівняно з контролем, що свідчить про вищий вміст поліненасичених жирних кислот, що позитивно впливає на організм, оскільки ці жири, особливо омега-3, важливі для зменшення запальних процесів. Значення суми омега-3 жирних кислот у третьому дослідному зразку вищі в 2 рази ніж у контролі, що є великим плюсом для здоров'я, оскільки омега-3 сприяють зменшенню запальних процесів і підтримують нормальну функцію серця і мозку. Другий зразок має вищий вміст (на 10 %) омега-6 жирних кислот порівняно з першим, тоді як третій зразок має значно менший (на 8 %) уміст омега-6. Це позитивно для третього зразку, оскільки надмірне споживання омега-6 за низького рівня омега-3 може сприяти запаленню та розвитку серцево-судинних захворювань. Щодо відношення суми омега-6 до суми омега-3, то у 2 та 3 зразках відношення значно нижче, ніж у контрольному зразку, що є позитивним, оскільки знижене співвідношення омега-6 до омега-3 жирних кислот вважається оптимальним для здоров'я людини. Отже, дослідні зразки мають кращий профіль жирних кислот порівняно з контрольним зразком, зокрема завдяки вищому вмісту ненасичених та поліненасичених жирних кислот, а також омега-3 жирних кислот.

ВИСНОВКИ. За результатами аналізу складу жирних кислот і їхньої сукупності у варених ковбасних виробах, збагачених хлорелою, лляною та оливковою олією, було виявлено зниження рівня насичених жирних кислот у дослідних зразках у порівнянні з контрольним. Спостерігається збільшення вмісту ненасичених жирних кислот, зокрема поліненасичених, а також виразне зростання рівня омега-3 жирних кислот. Ці зміни позитивно впливають на продукт, адже ненасичені жирні кислоти сприяють підтриманню здоров'я серцево-судинної системи, а поліненасичені жирні кислоти допомагають знизити рівень холестерину та ризик серцевих захворювань. Омега-3 жирні кислоти, завдяки своїм протизапальним властивостям, додатково зменшують ймовірність розвитку серцево-судинних патологій. Крім того, було оптимізовано співвідношення омега-6 до омега-3, що є особливо корисним, оскільки це сприяє зниженню запальних процесів в організмі та покращенню загального стану здоров'я.

Аналіз жирнокислотного складу дозволяє оцінити харчову цінність продукту, його якість і відповідність нормативним вимогам. Крім того, така інформація допомагає виробникам удосконалювати рецептури, розробляти корисніші продукти та задовольняти зростаючий попит на здорове харчування. Отже, контроль жирнокислотного складу є ключовим аспектом забезпечення якості, безпеки та поживної цінності м'ясних виробів.

Подяки. Висловлюємо вдячність колективу Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України за допомогу в організації досліджень.

Конфлікт інтересів. Немає.

References.

Abdelhamid, A. S., Martin, N., Bridges, C., Brainard, J. S., Wang, X., Brown, T. J., ... & Hooper, L. (2018). Polyunsaturated fatty acids for the primary and secondary prevention of cardiovascular disease. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2018(7). http://dx.doi.org/10.1002/14651858.cd012345.pub2.

Ambrosiadis, J., Vareltzis, K. P., & Georgakis, S. A. (1996). Physical, chemical and sensory characteristics of cooked meat emulsion style products containing vegetable oils. *International journal of food science & technology*, 31(2), 189-194. http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1996.323-26.x.

Calkins, C. R., & Hodgen, J. M. (2007). A fresh look at meat flavor. Meat science, 77(1), 63-80. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.04.016.

Cambiaggi, L., Chakravarty, A., Noureddine, N., & Hersberger, M. (2023). The role of α-linolenic acid and its oxylipins in human cardiovascular diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(7), 6110. https://doi.org/10.3390/ijms24076110.

Czernichow, S., Thomas, D., & Bruckert, E. (2010). n-6 Fatty acids and cardiovascular health: a review of the evidence for dietary intake recommendations. *British Journal of Nutrition*, 104(6), 788-796. http://dx.doi.org/10.1017/s0007114510002096.

Dinh, T. T., To, K. V., & Schilling, M. W. (2021). Fatty acid composition of meat animals as flavor precursors. *Meat and Muscle Biology*, 5(1). https://doi.org/10.22175/mmb.12251.

DSTU ISO 5508-2001 Fats and oils of animal and vegetable origin. Analysis by gas chromatography of fatty acid methyl esters (ISO 5508:1990, IDT).

DSTU ISO 5509-2002 "Animal and vegetable fats and oils. Preparation of fatty acid methyl esters (ISO 5509:2000, IDT).

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

Hooper, L., Martin, N., Jimoh, O. F., Kirk, C., Foster, E., & Abdelhamid, A. S. (2020). Reduction in saturated fat intake for cardiovascular disease. *Cochrane database of systematic reviews*, (8). http://dx.doi.org/10.1002/14651858.cd011737.pub3.

Jo, Y. J., Kwon, Y. J., Min, S. G., & Choi, M. J. (2015). Changes in quality characteristics of pork patties containing multilayered fish oil emulsion during refrigerated storage. *Korean journal for food science of animal resources*, 35(1), 71. http://dx.doi.org/10.5851/kosfa.2015.35.1.71.

Keys, A., Mickelsen, O., Miller, E. V. O., & Chapman, C. B. (1950). The relation in man between cholesterol levels in the diet and in the blood. *Science*, 112(2899), 79-81. http://dx.doi.org/10.1126/science.112.2899.79.

Khan, M. I., Arshad, M. S., Anjum, F. M., Sameen, A., & Gill, W. T. (2011). Meat as a functional food with special reference to probiotic sausages. *Food Research International*, 44(10), 3125-3133. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.07.033.

Kim, H. Y., Lee, E. S., Jeong, J. Y., Choi, J. H., Choi, Y. S., Han, D. J., ... & Kim, C. J. (2010). Effect of bamboo salt on the physicochemical properties of meat emulsion systems. *Meat Science*, 86(4), 960-965. http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.08.001.

Kruk, Z. A., Kim, H. J., Kim, Y. J., Rutley, D. L., Jung, S., Lee, S. K., & Jo, C. (2014). Combined effects of high pressure processing and addition of soy sauce and olive oil on safety and quality characteristics of chicken breast meat. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 27(2), 256. http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2013.13417.

Leung, K. S., Galano, J. M., Oger, C., Durand, T., & Lee, J. C. Y. (2021). Enrichment of alpha-linolenic acid in rodent diet reduced oxidative stress and inflammation during myocardial infarction. *Free Radical Biology and Medicine*, 162, 53-64. https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2020.11.025.

Lowry, J. R., Marshall, N., Wenzel, T. J., Murray, T. E., & Klegeris, A. (2020). The dietary fatty acids α-linolenic acid (ALA) and linoleic acid (LA) selectively inhibit microglial nitric oxide production. *Molecular and Cellular Neuroscience*, 109, 103569. https://doi.org/10.1016/j.mcn.2020.103569.

Lu, Y., Zhao, J., Xin, Q., Yuan, R., Miao, Y., Yang, M., ... & Cong, W. (2024). Protective effects of oleic acid and polyphenols in extra virgin olive oil on cardiovascular diseases. *Food Science and Human Wellness*, 13(2), 529-540. https://doi.org/10.26599/FSHW.2022.9250047.

Mensink, R. P., Zock, P. L., Kester, A. D., & Katan, M. B. (2003). Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *The American journal of clinical nutrition*, 77(5), 1146-1155. http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/77.5.1146.

Morze, J., Danielewicz, A., Hoffmann, G., & Schwingshackl, L. (2020). Diet quality as assessed by the healthy eating index, alternate healthy eating index, dietary approaches to stop hypertension score, and health outcomes: a second update of a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 120(12), 1998-2031. https://doi.org/10.1016/j.jand.2020.08.076

Muguerza, E., Gimeno, O., Ansorena, D., Bloukas, J. G., & Astiasarán, I. (2001). Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona—a traditional Spanish fermented sausage. *Meat Science*, 59(3), 251-258. http://dx.doi.org/10.1016/s0309-1740(01)00075-4.

Omar, K. A., Shan, L., Zou, X., Song, Z., & Wang, X. (2009). Effects of two emulsifiers on yield and storage of flaxseed oil powder by response surface methodology. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(9), 1316-1324. http://dx.doi.org/10.3923/pjn.2009.1316.1324.

Youssef, M. K., & Barbut, S. (2009). Effects of protein level and fat/oil on emulsion stability, texture, microstructure and color of meat batters. *Meat science*, 82(2), 228-233. http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.01.015.

Yuan, Q., Xie, F., Huang, W., Hu, M., Yan, Q., Chen, Z., ... & Liu, L. (2022). The review of alpha-linolenic acid: Sources, metabolism, and pharmacology. *Phytotherapy Research*, 36(1), 164-188. https://doi.org/10.1002/ptr.7295.

Отримано 12.09.2024 р., прийнято до друку 18.11.2024 р.