

УДК 637.521.47

Шевчук Н. П.,

shev4uk.n@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-5845-2582, Research ID: E-1274-2018,

*д-р філос., доцентка кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій,
Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв*

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ФАРШУ ВАРЕНИХ КОВБАС

Анотація. У статті оцінено вплив на якісні показники варених ковбасних виробів параметрів технологічного процесу приготування фаршу: тривалості кутерування, температури кутерування, а також досліджено вплив способів приготування фаршу на функціонально технологічні показники модельних систем та якісні показники варених ковбасних виробів. Встановлено, що вищими органолептичними та фізико-хімічними показниками характеризувались варені ковбасні вироби, виготовлені за запропонованими раціональними параметрами технологічного процесу приготування фаршу: тривалість кутерування 7–9 хвилин, до кінцевої температури фаршу 11–14 °С, при остаточному тиску вакуумування 0,17–0,19 МПа. Встановлено, що ковбасні вироби, виготовлені за раціональними параметрами процесу кутерування та за послідовним способом введення інгредієнтів у фарш характеризувались вищими значеннями кількісних та якісних показників ковбасних виробів. Так, зразки варених ковбас, виготовлених за цими параметрами приготування фаршу та послідовним способом мали кращі показники: зовнішнього вигляду, консистенції, смаку. У результаті досліджень встановлено, що за значеннями функціонально-технологічних показників, модельні фарші вареної ковбаси, виготовлені послідовним способом приготування фаршу, характеризувались вищими, порівняно з паралельним та послідовним способами, значеннями: вологозв'язуючої здатності 67,3 %, граничного напруження зсуву 1750 Па, вологоутримуючої здатності 83,6 %, показник стабільності фаршевої емульсії – 90,2 %. Використання зображень у відтінках сірого призводило до підвищених оцінок фрактальної розмірності (FD). В цьому випадку оцінки FD для різних проб ковбаси коливалася від 1,832 (проба № 1) до 1,739 (проба № 3). Навпаки, бінаризація зображень призвело до отримання найменших оцінок FD. Так, для чорно-білих зображень ці оцінки варіювали від 1,450 (проба № 2) до 1,281 (проба № 3). Отримані оцінки фрактальної розмірності співвідносяться із фізико-хімічними та органолептичними показниками якості відповідних проб ковбас, що пов'язано із використанням різної технології при її виробництві.

Ключові слова: варена ковбаса, якість, кутерування, тривалість, температура, залишковий тиск, вакуумування, фрактальний аналіз.

Shevchuk N. P.,

shev4uk.n@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-5845-2582, Research ID: E-1274-2018,

*PhD, Associate professor of the Department of Animal Husbandry Processing and Food Technologies,
Mykolaiv National Agrarian University, Mykolaiv*

JUSTIFICATION OF THE TECHNOLOGICAL MODES OF PREPARATION OF MINCED MEAT FOR BOILED SAUSAGES

Abstract. The article estimated the impact on quality indicators of cooked sausage product parameters of the technological process of minced meat preparation: duration cooking, cooking temperature and also it has been investigated the influence of methods of preparation of minced meat on functional and technological indicators of model minced meats and on qualitative indicators of cooked sausage products. It is established that the highest organoleptic and physicochemical parameters were in cooked sausages, which were made according to the suggested parameters of the technological process of preparation of minced meat: duration of cooking was 7-9 minutes, the final temperature of minced meat was 11–14 °C, at a final vacuum pressure of 0.17–0.19 MPa. It was found that sausage products made according to the rational parameters of the cooking process and the consistent method of adding ingredients into the minced meat were characterized by higher values of quantitative and qualitative indicators of sausages. Thus, samples of cooked sausages made

according to these parameters of minced meat preparation and in a consistent manner had higher indicators: external look, consistency, and taste. As a result of the research it has been established that the highest values of functional and technological indicators had model minced meat of cooked sausage, made by the sequential way of preparation of minced meat, and which were characterized by higher values, in comparison with parallel and sequential methods: moisture binding ability was 67.3 %, the boundary resilience of the cure was 1750Pa, moisture holding ability was 83.6 %, the indicator of stability of minced meat emulsion was 90.2 %. The use of grayscale images resulted in increased fractal dimension (FD) estimates. In this case, the FD estimates for different sausage samples ranged from 1.832 (sample № 1) to 1.739 (sample № 3). On the contrary, binarization of images resulted in the lowest FD estimates. Thus, for black and white images, these estimates ranged from 1.450 (sample № 2) to 1.281 (sample № 3). The obtained estimates of the fractal dimension matched with the physicochemical and organoleptic quality indicators of the corresponding samples of sausage, which is associated with the use of different technology in its production.

Key words: cooked sausage, quality, cutting, duration, temperature, residual pressure, vacuuming, fractal analysis.

JEL Classification: L66

DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2026-45-11>

Постановка проблеми. В харчовому раціоні населення ковбасні вироби мають значне місце, що створює стабільний попит у споживачів. При збільшенні попиту зростають вимоги до якісних показників продукції. Виробництво ковбасних виробів включає певні технологічні операції, які впливають на якість ковбас. Головною операцією є процес приготування фаршу, який впливає на органолептичні показники, зокрема, на структуру та консистенцію ковбас, наявність чи відсутність бульйонно-жирових набряків, норму виходу [12]. Недостатньо вивченим і висвітленим в літературних джерелах є процес кутерування. На м'ясопереробних підприємствах харчової промисловості встановлені сучасні вакуумні кутери, використання яких потребує додаткових досліджень, подальшого вивчення технологічних прийомів стабілізації фаршевих систем, які не пов'язані із внесенням добавок і стабілізуючих компонентів [2].

Постановка завдання. Мета дослідження – обґрунтування технологічних режимів приготування фаршу варених ковбас, а саме температури, тривалості та різних способів кутерування.

Предмет дослідження – технологічні параметри при виготовленні фаршу, способи кутерування та їх вплив на якість фаршу.

Об'єкт дослідження – якісні показники варених ковбасних виробів, виготовлених за різних способів приготування фаршу і вплив параметрів технологічних процесів приготування фаршу на показники ковбас.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині значна увага зосереджена на дослідженні формування структури фаршу ковбасних виробів

та вдосконаленні параметрів технологічного процесу. Важливим напрямом сучасної харчової технології є дослідження взаємодії компонентів, характеру зв'язків між ними, механізмів утворення стабілізуючих сполук і можливостей керування цими процесами [10, 18].

Однією з ключових операцій, що забезпечують якість ковбасних виробів, є приготування фаршу. Фарш – це суміш підготовлених інгредієнтів, внесених відповідно до рецептури. У процесі його формування відбувається утворення білкових гелів унаслідок асоціації розгорнутих білкових молекул під дією дисульфідних і водневих зв'язків, електростатичних та гідрофобних взаємодій [14].

Термооброблений продукт є складною системою, структура якої визначається вологоутримуючою здатністю (WHC) міофібрилярних білків, що забезпечує вихід і соковитість ковбас. Для поліпшення структури ковбасних виробів запропоновано різні технологічні підходи, зокрема внесення додаткових компонентів, що позитивно впливають на реологічні, технологічні, органолептичні показники та біологічну цінність продукції. Перспективним методом є обробка високим тиском, яка сприяє утворенню нових зв'язків у білках, зумовлює їх структурні модифікації та підвищує вологоутримуючу здатність і стабільність фаршу [2–4, 6, 8, 9, 11–13, 17].

Основними технологічними вимогами до фаршу варених ковбас є глибоке руйнування структури сировини, забезпечення зв'язування вологи й жиру, формування стабільної структури та належних сенсорних показників готового продукту.

На початку кутерування відбувається механічне руйнування клітин і м'язових волокон з екстракцією білків у водну фазу; додавання солі підвищує ефективність цього процесу. На заключному етапі диспергується жирова тканина та формується водно-білково-жирова емульсія. Для досягнення необхідної текучості фаршу додають жир і воду, а здатність білкової системи утримувати вологу визначається її водоутримуючими властивостями та розчинністю білків [1, 5, 7, 10, 12, 13, 15].

Впровадження нових способів в технології приготування фаршу варених ковбас не виключає вдосконалення існуючих, адже, змінні початкові властивості сировини, технічні характеристики обладнання вимагають змін технологічних режимів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Виділено основні способи приготування фаршу: послідовний (компоненти фаршу додавали поступово: додавання пісної сировини, солі, першої частини льоду, жирної сировини, спецій – кутерування з частотою обертів ріжучих ножів 1800–2000 обертів за хвилину, другої частини льоду – кутерування з частотою 3500 обертів за хвилину), паралельним (окремо готували два фарша: додавання пісної сировини, солі, додавання першої частини льоду, додавання жирної сировини, додавання розкутерованої пісної маси – кутерування з частотою 3500 обертів за хвилину), прискореним (всі компоненти вносили до кутера упродовж 1–2 хвилин за частоти обертів чаші без роботи ножів: внесення пісної сировини, жиру, солі, функціональних добавок, льоду, спецій – кутерування з частотою 3500 обертів за хвилину).

Для виготовлення дослідних зразків варених ковбас використовували, на 100 кг несоленої сировини: яловичину вищого сорту – 40 кг, свинину пісну – 20 кг, свинину жирну – 40 кг, сіль нітритну – 1 кг, сіль поварену – 1 кг, цукор – 100 г, часник – 80 г, перець духмяний – 50 г, тмин – 30 г. Фарш ковбасних виробів виготовляли у вакуумному кутері Seydelmann 204 Vlt2a-V з об'ємом чаші 200 л.

Фаршеву емульсію виробляли за такою послідовністю: подрібнення яловичини, додавання нітриту натрію, льоду, свинини пісної, льоду, свинини жирної, спецій, яловичини, як структурного компоненту.

На першому етапі досліджень, ковбасні вироби виготовляли за режимами: t_1 – 4–6 хвилин, t_2 – 7–9 хвилин та t_3 – 10–12 хвилин, тривалості

кутерування. На другому етапі досліджень варені ковбаси були вироблені за різних температур: t_1 – 8–10 °C, t_2 – 11–14 °C і t_3 – 15–18 °C. Під час кутерування використовували залишковий тиск – $0,15–0,19 \cdot 10^5$ МПа.

Значний вплив параметрів процесу приготування фаршу на фізико-хімічні та сенсорні показники вареної ковбаси залежить від тривалості та температури кутерування. Середній вміст вологи ковбасних виробів коливається 66,4–67,7 %. Орієнтуючись на показник масової частки вологи, який свідчить щодо міцності її утримування білками, стабільність системи під час термообробки, максимальне значення у зразків, фарш для яких кутерували – 7–9 хвилин. Підтвердженням цих висновків були органолептичні показники з більш високими балами, у порівнянні з іншими зразками, ковбасні вироби характеризувалися кращими показниками за зовнішнім виглядом (4,5 бала), консистенцією (4,7 бала), соковитістю (4,8 бала) і дегустаційною оцінкою (4,5 бала).

Проаналізовано фізико-хімічні та сенсорні показники вареної ковбаси, виготовленої за різних температур кутерування з фіксованим інтервалом в 7–9 хвилин. Більшою масовою часткою вологи (67,1 %) характеризувалися варені ковбаси за інтервалом температур кутерування 11–14 °C. Температура кутерування безпосередньо пов'язана з тривалістю. Подрібнення фаршу до температури 8–10 °C упродовж 7–9 хвилин, вимагає зменшення швидкості обертання ножів до 3000 обертів за хвилину. За дотримання швидкісного режиму в 3500 обертів за хвилину, температура досягає 11–14 °C. Збільшення швидкості до 3800 обертів за хвилину, за тієї ж тривалості, сприяє локальному перегріванню фаршевої маси в місцях контакту з робочими органами. Масова частка вологи у ковбас, із температурою готового фаршу 11–14 °C була на 1,4 % ($p < 0,05$) більша, ніж у ковбас вироблених із фаршу з температурою 15–18 °C.

Таким чином, параметри технологічних процесів приготування фаршу впливають на фізико-хімічні та органолептичні показники вареної ковбаси, проте незначні зміни не перевищують нормативні вимоги.

Визначено оптимальні значення технологічних режимів процесу приготування фаршу: тривалість кутерування 7–9 хвилин, до температури 11–14 °C при додаванні 24–30 % льоду (за нормативною документацією на продукцію) і залишковий тиск – $0,15–0,19 \cdot 10^5$ Па.

Результати органолептичної оцінки якості вареної ковбаси, виготовленої за вибраними режимами приготування фаршу, дозволили відзначити, що продукція характеризувалася пружною консистенцією, рожевим кольором, приємним ароматом та смаком.

На підставі вибраних раціональних режимів процесу приготування фаршу, була проведена наступна серія досліджень із зміною послідовності внесення компонентів рецептури. Результати досліджень функціонально-технологічних властивостей модельних фаршів наведено у таблиці 1.

Отримані у результаті досліджень дані демонструють, що послідовний спосіб кутерування забезпечує високі значення функціонально-технологічних властивостей модельних фаршів і є важливими показниками при оцінці стабільності м'ясних емульсій. Вищими значеннями вологоутримуючої здатності $83,6 \pm 1,06$ % фаршу характеризувались зразки, виготовлені послідовним способом. Вологоутримуюча здатність узгоджується із значеннями, отриманими при дослідженні граничного напруження зсуву 1750 ± 324 Па і також є вищими при послідовному способі приготування фаршу.

Отримано значно переважаючі показники стабільності фаршевої емульсії на рівні $90,2 \pm 1,72$ % для систем з послідовним процесом внесення сировини. Різниця становила 7,5 % порівняно з показником стабільності модельного фаршу, виготовленого прискореним способом.

Отже, при дослідженні функціонально-технологічних характеристик фаршів, виготовлених різними способами (послідовним, паралельним, прискореним) можна констатувати, що раціонально виготовляти фарш варених ковбас послідовним способом, адже він забезпечує високі показники вологозв'язуючої здатності 67,3 % граничного напруження зсуву 1750 Па, вологоутримуючої здатності на рівні 83,6 % та показник стабільності фаршевої емульсії 90,2 %.

Досліджено оцінку якісних та кількісних показників ковбас, виготовлених за раціональними параметрами при різних способах кутерування. Встановлено, що на вихід готової продукції впливає спосіб приготування фаршу для вареної ковбаси. Вищим виходом (112,3 %) характеризувалася ковбаса, для якої фарш виготовляли прискореним методом (табл. 2). Різниця, відповідно, становила 6,4 % ($p < 0,05$) та 9,1 % ($p < 0,05$) у порівнянні з послідовним та паралельним способами приготування фаршу.

Проведено дослідження фізико-хімічних та органолептичних показників вареної ковбаси, виготовленої за різних способів кутерування. Встановлено, що більшою масовою часткою вологи (66,7 %) характеризувалися ковбасні вироби, які виготовлені за прискореним методом. Різниця становить 1,7 % ($p < 0,05$) у порівнянні з ковбасами, виготовленими у кутері послідовним методом.

За органолептичними показниками відзначено вищі бали у зразків, отриманих із фаршу

Таблиця 1

Технологічні властивості зразків фаршу, $\bar{X} \pm S\bar{x}$

Показник	Спосіб кутерування		
	послідовний	паралельний	прискорений
Вологозв'язуюча здатність, %	$67,3 \pm 0,29^*$	$65,8 \pm 0,26$	$63,7 \pm 0,18$
Граничне напруження зсуву, Па	1750 ± 324	1624 ± 242	1532 ± 276
Стабільність фаршевої емульсії, %	$90,2 \pm 1,72^*$	$88,8 \pm 3,36$	$82,7 \pm 2,05$
Вологоутримуюча здатність, %	$83,6 \pm 1,06^*$	$81,9 \pm 2,14$	$77,1 \pm 1,23$
Активна кислотність, рН	$6,2 \pm 0,19$	$6,2 \pm 0,17$	$6,1 \pm 0,21$

Примітка: * – $p < 0,05$

Таблиця 2

Зміни маси ($n = 5$), залежно від способу кутерування, $\bar{X} \pm S\bar{x}$

Показник	Спосіб кутерування		
	послідовний	паралельний	прискорений
Маса основної сировини, кг	$90,6 \pm 0,33$	$90,2 \pm 0,40$	$90,3 \pm 0,17$
Маса батонів ковбас до термічної обробки, кг	$108,4 \pm 2,09$	$107,8 \pm 1,06$	$107,4 \pm 1,14^*$
Маса ковбас після термічної обробки, кг	$96,1 \pm 2,14$	$93,2 \pm 1,83$	$96,8 \pm 2,08$
Вихід готової продукції, %	$105,9 \pm 3,39$	$103,2 \pm 2,49$	$112,3 \pm 1,92^*$

Примітка: * – $p < 0,05$

при послідовному способі кутерування. Ковбаси, виготовлені послідовним способом характеризувалися вищими значення показників зовнішнього вигляду, консистенції, смаку, загального балу, які відповідно, становили 4,8 бала, 4,6 балів, 4,7 бала, 4,6 балів. Різниця порівняно з прискореним способом кутерування склала 0,6 бала ($p < 0,05$), 0,6 бала ($p < 0,05$), 0,5 бала ($p < 0,05$), 0,6 бала ($p < 0,05$) відповідно.

Отже, для виробництва вареної ковбаси із запропонованих параметрів придатні всі три способи кутерування (послідовний, паралельний, прискорений). Однак, найліпші органолептичні показники забезпечує послідовний спосіб кутерування.

У сучасних реаліях, технологія виробництва ковбасних виробів спрямована на отримання високоякісної продукції, тому потребує комплексного аналізу. Для оцінки якісних показників варених ковбасних виробів доцільно застосовувати фрактальний аналіз.

Оцінено фрактальну розмірність проб ковбасних виробів. Використання зображень у відтінках сірого призводило до підвищених оцінок фрактальної розмірності (FD). В цьому випадку оцінки FD для різних проб ковбаси коливалася від 1,832 (проба № 1) до 1,739 (проба № 3). Навпаки, бінаризація зображень (тобто, перетворення їх у чорно-біле) призвело до отримання найменших оцінок FD. Так, для чорно-білих зображень ці

оцінки варіювали від 1,450 (проба № 2) до 1,281 (проба № 3) (рис. 1).

Встановлено, що тип зображення (кольорове, у відтінках сірого, чорно-біле) вірогідно впливало на оцінку фрактальної розмірності досліджуваних проб ковбаси (двофакторних дисперсійний аналіз без повторюваностей: $F_{2;4} = 85,52$; $p < 0,001$).

Одночасно встановлено вірогідний вплив способу приготування фаршу ковбаси на оцінки їх фрактальної розмірності – двофакторних дисперсійний аналіз без повторюваностей: $F_{2;4} = 12,77$; $p = 0,018$). Найвищими оцінками FD (в середньому для різних типів зображення) характеризувалися проби № 1 (1,645) та № 2 (1,612), тоді як для проби № 3 оцінка фрактальної розмірності була найнижчою (1,500).

Встановлено, що отримані оцінки фрактальної розмірності співпадали із фізико-хімічними та органолептичними показникам якості відповідних проб ковбаси, що пов'язано із використанням різних технологій при її виробництві.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Доведено, що послідовне кутерування за раціональними параметрами забезпечує кращі функціонально-технологічні та органолептичні показники порівняно з паралельним чи прискореним методами: водозв'язуюча здатність – 67,3 %, вологоутримуюча здатність – 83,6 %, граничне напруження зсуву – 1750 Па,

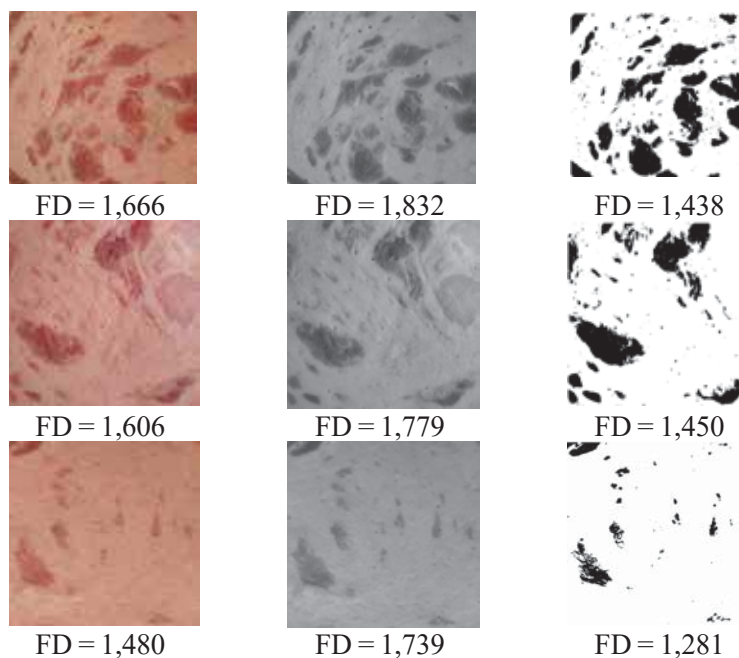


Рис. 1. Зображення (кольорове, у градаціях сірого та чорно-біле) проб ковбаси: (А – проба № 1; В – проба № 2; С – проба № 3) та відповідні оцінки фрактальної розмірності (FD)

стабільність емульсії – 90,2 %, органолептична оцінка – 4,6 бала (перевага порівняно з іншими способами кутерування складає 0,2–0,5 бала). Висока якість варених ковбас досягається за таких умов: тривалість кутерування – 7–9 хвилин, кінцева температура – 11–14 °С, гідратація – 24–30 % води (льоду), залишковий тиск вакууму – 0,15–0,19*10⁵ Па.

Лабораторний аналіз підтвердив, що варена ковбаса, виготовлена за послідовним способом, має високі органолептичні показники: пружну консистенцію, рожевий колір, виражений аромат і смак, а також стабільність при зберіганні. Встановлено, що прискорене кутерування хоч і поступається за якісними характеристиками, проте забезпечує більший вихід готової продукції.

Встановлено, що метод обробки зображень суттєво впливає на показники фрактальної розмірності: відтінки сірого дають завищені оцінки FD (від 1,832 у пробі № 1 до 1,739 у пробі № 3); бінаризація (чорно-білі) забезпечує мінімальні значення FD (від 1,450 у пробі № 2 до 1,281 у пробі № 3). Кореляція рівнів FD з фізико-хімічними та органолептичними показниками підтверджує залежність структури продукту від обраної технології приготування фаршу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Прасолов Є. Я., Слинко В. Г., Березницький В. І. Вдосконалення технології приготування м'ясного фаршу для виробництва варених ковбас. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Технічні науки*. 2015. Т. 2. № 1 (89). С. 126–132.
2. Солецька А. Д. Оптимізація режимів термічного оброблення варених ковбас. *Харчова наука і технологія*. 2014. 3 (28). С. 73–76.
3. Сукманов В., Кірік І., Палаш А. Властивості варених ковбас, вироблених із використанням високого тиску. *Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації*. 2019. Том 2. № 1. С. 59–83 DOI: <https://doi.org/10.31866/2616-7468.2.1.2019.170412>
4. Arana J. I. Textural properties of foods. New York, NY: CCR Press Taylor & Francis Group, 2012. 36 p.
5. Cheftel J. C. Effects of high hydrostatic pressure on food constituents. *High pressure and biotechnology*, 1992. P. 195–209.
6. Chemical forces and water holding capacity study of heat-induced myofibrillar protein gel as affected by high pressure / Z. Zhang [et al.]. *Food Chemistry*, 2015. № 188, P. 111–118 DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.04.129

7. Differences in properties of myofibrillar proteins from bovine semitendinosus muscle after hydrostatic pressure or heat treatment / J. Lee [et al.]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2007. № 87. P. 40–46. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2656>

8. Effect of high-pressure treatment on emulsifying properties of soybean proteins / M. C. Puppo [et al.]. *Food Hydrocolloids*, 2005. № 19, P. 289–296. DOI 10.1016/j.foodhyd.2004.07.001

9. Hayrapetyan A. A., Manzhesov V. I., Churikova S. Y. The development of technology for functional food products on based on combination of raw materials of vegetable and meat origin. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2020. Т. 422, № 1. С. 12–40. DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012040

10. Lipczynska E. Lipczynska-Szlaur. *British Food Journal*, 2013. V. 115. № 8. P. 1187–1196.

11. Low-field NMR study of heatinduced gelation of pork myofibrillar proteins and its relationship with microstructural characteristics / M. Y. Han [et al.]. *Food Research International*, 2014. № 62, P. 1175–1182. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.05.062

12. Marcos B., Kerry J. P., Mullen A. M. High pressure induced changes on sarcoplasmic protein fraction and quality indicators. *Meat Science*, 2010. № 85. P. 115–120. DOI: 10.1016/j.meatsci.2009.12.014

13. Naumova N., Lukin A., Buchel A. Effect of non-traditional raw material on quality and nutritional value of liver pate. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. Series II*. 2019. Т. 12. № 2. С. 85–96. doi:10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.2.7

14. Oakenfull D., Pearce J., Burley R. W. Protein gelation. Food proteins and their applications. New York: Marcel Dekker, 1997. P. 111–142.

15. Physico-chemical and microbiological properties of raw fermented sausages are not influenced by color differences of turkey breast meat / Popp J. [et al.]. *Poultry Science*, 2013. V. 92. № 5. P. 1366–1375. DOI: 10.3382/ps.2012-02724

16. Physico-chemical characteristics and free fatty acid composition of dry fermented mutton sasages as affected by the use of various combinations of starter cultures and spices / Lihua Zhao L. [et al.]. *Meat Science*, 2011. V. 88. № 4. P. 761–766. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.03.010>

17. Puolanne E., Halonen M. Theoretical aspects of water-holding in meat. *Meat Science*, 2010. № 86. P. 151–165. DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.04.038

18. Yevtushenko A. M., Krasulya O. N., Krashe-ninnikova I. G. Characteristics of structure formation in cooked sausage products using sonochemical technologies. *Theory and practice of meat processing*, 2016 № 2. P. 10–17. DOI 10.21323/2114-441X-2016-2-10-17

REFERENCES

1. Prasolov, Ye.Ya., Slyenko, V. H., & Bereznytskyi, V. I. (2015). Improvement of the technology of preparation of minced meat for the production of boiled sausages. *Collection of scientific works of the Vinnytsia National Agrarian University. Technical sciences*. 1 (89):126–132.
2. Soletska, A. D. (2014). Optimization of heat treatment modes of cooked sausages. *Food science and technology*. 3 (28):73–76.
3. Sukmanov, V, Kirik, I, & Palash, A (2019). Properties of cooked sausages produced using high pressure. *Restaurant and hotel consulting. Innovations*. 2 (1):59–83 DOI: <https://doi.org/10.31866/2616-7468.2.1.2019.170412>
4. Arana, J. I. (2012). *Textural properties of foods*. New York, NY: CCR Press Taylor & Francis Group
5. Cheftel, J. C. (1992). *Effects of high hydrostatic pressure on food constituents*. High pressure and biotechnology.
6. Zhang, Z, Yang, Y, Tang, X, Chen, Y, & You, Y. (2015). Chemical forces and water holding capacity study of heat-induced myofibrillar protein gel as affected by high pressure. *Food Chemistry*. 188:111–118. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.04.129
7. Lee, J, Kim, Y.J, Lee, N.H, Hong, S.I, & Yamamoto K. (2007). Differences in properties of myofibrillar proteins from bovine semitendinosus muscle after hydrostatic pressure or heat treatment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 7:40–46. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2656>
8. Puppo, M.C, Speroni, F., Chapleau, N., Lamballerie, M., Acyn, M.C, & Anton M. (2005). Effect of high-pressure treatment on emulsifying properties of soybean proteins. *Food Hydrocolloids*. 19:289-296. DOI 10.1016/j.foodhyd.2004.07.001
9. Hayrapetyan, A.A, Manzhesov, V. I., & Churikova, S. Y. (2020). The development of technology for functional food products on based on combination of raw materials of vegetable and meat origin. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 422 (1):1–6. doi:10.1088/1755-1315/422/1/012040
10. Lipczynska, E. (2013). Lipczynska-Szlaur. *British Food Journal*. 115 (8):1187–1196.
11. Han, M. Y., Wang, P.Xu., & Zhou G. H. (2014). Low-field NMR study of heat-induced gelation of pork myofibrillar proteins and its relationship with microstructural characteristics. *Food Research International*. 62:1175–1182. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.05.062
12. Marcos, B, Kerry, J. P., & Mullen A. M. (2010). High pressure induced changes on sarcoplasmic protein fraction and quality indicators. *Meat Science*. 85:115–120. DOI: 10.1016/j.meatsci.2009.12.014
13. Naumova, N, Lukin, A, & Buchel, A. (2019). Effect of non-traditional raw material on quality and nutritional value of liver pate. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 12 (2):85–96. doi:10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.2.7
14. Oakenfull, D., Pearce, J., & Burley R. W. (1997). *Protein gelation*. Food proteins and their applications. New York: Marcel Dekker.
15. Popp, J, Krischek, C, Janisch, S, Wicke, M, & Klein, G. (2013). Physico-chemical and microbiological properties of raw fermented sausages are not influenced by color differences of turkey breast meat. *Poultry Science*. 92 (5):1366–1375. DOI: 10.3382/ps.2012-02724
16. Lihua Zhao, L., Jin, Ye., Ma, Ch., Song, H., Li, Hui., Wang, Z., & Xiao, S. (2018). Physico-chemical characteristics and free fatty acid composition of dry fermented mutton sasages as affected by the use of various combinations of starter cultures and spices. *Meat Science*. 88 (4):761–766. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.03.010>
17. Puolanne, E, & Halonen, M. (2010). Theoretical aspects of water-holding in meat. *Meat Science*. 86:151–165. DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.04.038
18. Yevtushenko, A. M., Krasulya, O. N., & Krashenninnikova, I. G. (2016). Characteristics of structure formation in cooked sausage products using sonochemical technologies. *Theory and practice of meat processing*. 2:10–17. DOI 10.21323/2114-441X-2016-2-10-17

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)



Дата першого надходження статті до видання: 20.02.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 18.03.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 08.05.2026