
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОКРЕМИХ КОМПОНЕНТІВ ТА ЇХ СУМІШЕЙ НА ВЛАСТИВОСТІ М'ЯСНИХ МОДЕЛЬНИХ СИСТЕМ ПІД ЧАС РЕСТРУКТУРУВАННЯ

Янчева М. О., Желева Т. С., Инжиянц А. Т.
DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-445-0-7>

ВСТУП

Обмеженість сировинних ресурсів та недостатня для зростаючої чисельності соціуму продуктивність тваринництва визначають великий дефіцит і вартість м'ясних продуктів, тому вироби з вищих сортів м'яса в найближчий час будуть перебувати в сегменті преміум-класу, а основна лінійка продуктів м'ясопереробки з оптимальним співвідношенням ціна-якість буде вироблятися або за рахунок застосування функціонально-технологічних добавок, що модифікують властивості сировини та регулюють якісні характеристики готових продуктів, або за рахунок підвищення глибини переробки білоквмісної сировини.

Одним з перспективних напрямків виробництва м'ясопродуктів, що має певні переваги порівняно з традиційними, є створення технологій реструктурованих м'ясних продуктів, перевага яких полягає в здатності відтворення структури цільнокускової сировини, за органолептичними властивостями близькою до цільном'язових м'ясних продуктів. Застосування реструктурування під час виробництва м'ясних напівфабрикатів дозволяє регулювати органолептичні і структурно-механічні властивості виробів, залучити у виробництво низькосортну сировину з низькими функціонально-технологічними властивостями, розширити асортимент, підвищити вихід готової продукції і рентабельність виробництва.

1. Аналіз технології реструктурування в технологіях м'ясних виробів

Використання технології реструктурування при виробництві м'ясопродуктів в основному застосовується для таких видів м'ясних виробів як ковбаси (шинки), напівфабрикати та м'ясні консерви.

Класичним прикладом реструктурованих м'ясних продуктів можна вважати шинкові ковбасні вироби. Традиційно для виготовлення реструктурованих шинок використовують свинину, рідше – м'ясо курей або індичок, ще рідше зустрічаються шинкові вироби з яловичини^{1, 2, 3, 4}.

Традиційно у технологіях реструктурованих м'ясних продуктів утворення монолітності виробу досягається в основному за допомогою теплової обробки. Однак існує низка технологічних можливостей та прийомів щодо створення нових рецептур реструктурованих м'ясопродуктів, зокрема використання функціонально-технологічних добавок, ферментації, інтенсивних способів обробки сировини, вакууму, низьких температур, пресування, ультразвуку, підвищеного тиску тощо^{5, 6, 7}.

Одним із перспективних технологічних рішень у цьому напрямку є розробка заморожених реструктурованих напівфабрикатів, які імітують порційний напівфабрикат.

Основою ефективності будь-якої технології є знання всіх закономірностей змін властивостей застосовуваної сировини в ході технологічного процесу.

Реструктурування – це процес відтворення, склеювання структури м'яса або м'ясопродуктів, який, в свою чергу, дуже часто проводять із застосуванням функціонально-технологічних добавок^{8, 9}. Теоретично

¹ Improving the technology of restructured ham-type products from turkey meat and PSE pork / Shevchenko I. et al. // *Food science and technology*. 2021. Vol. 15, Issue 4. P. 106-115. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v15i4.2125>

² Вивчення особливостей регулювання структури шинкових виробів шляхом застосування транслотаминази / Шевченко І.І. та ін. // *Наукові праці НУХТ*. 2021. Том 27, № 6. С. 140-151 DOI: 10.24263/2225-2924-2021-27-6-16

³ Перспективи використання продуктів забою індиків в реструктурованих шинках / Галенко О.О. та ін. // URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/5b99b01f-b29c-4c0b-80f7-a95d0fad7a64/content>

⁴ Кишенько І.І., Крижова Ю.П., Філоненко М.І. Дослідження ферментного препарату транслотаминази на модельних зразках реструктурованих шинок з яловичини. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2016. Т. 18, № 2 (68). С. 46-50. DOI:10.15421/nvlvet6809

⁵ Glenn R. Meat Products: Fresh and Restructured. URL: https://digicomst.ie/wp-content/uploads/2020/05/1988_05_01.pdf

⁶ Texture Profile Analysis in Restructured Chicken with transglutaminase and egg white / Contreras-Castillo C.J., et al. URL: https://digicomst.ie/wp-content/uploads/2020/05/2009_08_46.pdf

⁷ Method of preparing frozen poultry meat portions: Patent Application Publication US 2020/0390132 A1: A23L 13/50,

A22C 21/00, A22C 7/00, A23B 4/10. US 2020/0390132 A1. Dec. 17, 2020.

⁸ Restructured meat products – production, processing and marketing: a review / Gadekar Y.P., et al. / *Indian Journal of Small Ruminants*. 2015. Vol. 21, Issue 1. P. 1-12. DOI: 10.5958/0973-9718.2015.00036.7

⁹ Developments in Science, Technology, Quality and Constraints of Restructured Meat Products-A Review / Bhaskar Reddy G.V., et al. // *International Journal of Meat Science*. 2015. Vol. 5, Issue 1. P. 14-48. DOI: 10.3923/ijmeat.2015.14.48

процес створення монолітної структури пов'язаний з такими поняттями як адгезія і когезія¹⁰.

Адгезією, або липкістю, називається явище, яке виникає при контакті двох різнорідних тіл. При цьому адгезія відноситься до поверхневих явищ і залежить від фізико-хімічних властивостей та особливостей харчової сировини.

Розрізняють три основних типи адгезії¹¹: за рахунок сили молекулярного зв'язку між контактуючими поверхнями, проникнення адгезиву в мікроструктуру поверхонь, що поєднуються, поєднання двох попередніх типів.

За загальноприйнятою класифікацією адгезійних взаємодій м'ясопродукти належать до пружно-в'язко-пластичних тіл, у яких величина адгезії залежить переважно від площі контакту між об'єктами. Стосовно реструктурованих м'ясопродуктів міцність адгезії залежить від стану поверхні, тривалості контакту тіл, тиску підпресовування, температури середовища, вологості, наявності технологічних добавок та інших факторів^{12, 13}.

Когезія – явище, яке характеризує міцність тіла та здатність його чинити опір зовнішнім факторам, тобто є зв'язком між молекулами тіла в одній фазі.

Напрямки дії сил когезії та адгезії між адгезивом і субстратом відрізняються. Відмінність дії когезійних сил від сил адгезії полягає у тому, що при когезії сили діють на внутрішню міцність матеріалу, а при адгезії – сили діють на межі поверхонь різнорідних матеріалів.

Головним компонентом, який забезпечує адгезійно-когезійні взаємодії, є м'язові білки. Встановлено, що для отримання гарантованої монолітності у сировині повинно бути не менше 40% м'язової, не більше 30% жирової і не більше 15...20% сполучної тканини¹⁴.

¹⁰ Мороз В.Ф., Штонда О.А. Використання ензимів при виробництві м'ясних виробів. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. Том 14. №2 (52). Ч. 3. 2012. С. 249-253. URL: vikoristannya-enzimiv-pri-virobnitstvi-myasnih-virobiv.pdf

¹¹ Adhesion/cohesion theory. URL: <https://www.adhesives.org/adhesives-sealants/adhesives-sealants-overview/structural-design/adhesion-cohesion-theory>

¹² Keeton J. T. Formed and emulsion products. DOI:10.1201/9781420042177.ch12

¹³ Means W. J., Schmidt G. R. Restructuring fresh meat without the use of salt or phosphate. In A. M. Person, & T. R. Duston, *Advances in meat research*. vol. 3, *Restructured meat and poultry products*. 1987. New York: AVI Book, Van Nostrand Reinhold. P. 469-487.

¹⁴ Механічна обробка та підготовка сировини до термічної обробки. Особливості виробництва продукції формованого типу. URL: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/326896/mod_resource/content/1/%D0%A2%D0%95%D0%9C%D0%90%201.%20%D0%92%D0%98%D0%A0%D0%9E%D0%91%D0%9D%D0%98%D0%A6%D0%A2%D0%92%D0%9E%20%D0%9C%E2%80%99%D0%AF%D0%A1%D0%9D%D0%98%D0%A5%20%D0%9D%D0%90%D0%9F%D0%86%D0%92%D0%A4%D0%90%D0%91%D0%A0%D0%98%D0%9A%D0%90%D0%A2%D0%86%D0%92.pdf

Доведено¹⁵, що при формуванні реструктурованих виробів з окремих шматків м'яса між ними виникає рідкий прошарок з розчину водорозчинних та солерозчинних білків. Розривання зразків реструктурованих м'ясних систем відбувається саме по цьому прошарку. Причому розрізняють кілька видів руйнування реструктурованого шару – адгезійний відрив (адгезив зберігається лише на одній поверхні субстрату) і когезійний розрив (адгезив зберігається на обох поверхнях субстрату).

Для процесу адгезії та когезії важливим, перш за все, є поведінка білків в м'язових тканинах.

Взаємодія білків м'язової тканини з іонами, які входять до складу солей сильних електролітів, має велике значення в технології переробки м'яса і виробництва м'ясних виробів. Ці взаємодії мають значення при подрібненні м'язової тканини, під час посолу та процесів реструктурування.

В м'язовій тканині існує розподіл іонів між внутрішньоклітинним простором і міжклітинним середовищем. Важливою є поведінка білків, як основного фактору реструктурування, при взаємодії з іонами Na⁺ та K⁺ які містяться у складі м'язових тканин, а також доданих харчових добавок.

Попередні аналітичні дослідження показали, що одним з напрямків вдосконалення реструктурованих м'ясних продуктів є використання ферментів, солей, білків, полісахаридів та інших харчових добавок функціонально-технологічного призначення та їх комплексів^{16, 17, 18, 19}.

Найбільш доцільним є використання сумішей, у яких проявляється явище синергізму добавок (ефект взаємного підсилення їх дії). Тому, є сенс визначити властивості деяких харчових добавок, які рекомендовані для проведення процесу реструктурування на предмет можливості

¹⁵ Донець О. П. Вдосконалення технології шинкових виробів шляхом збагачення м'ясними білками: дис. ... канд. тех. наук: спец. 05.18.04 – «Технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів». Київ, 2016. 170 с.

¹⁶ Supaluk Sorapukdee, Pussadee Tangwatcharin. Quality of steak restructured from beef trimmings containing microbial transglutaminase and impacted by freezing and grading by fat level. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2018. Vol. 31. Issue 1. P. 129-137. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0170>

¹⁷ Production of Restructured Meat using Microbial Transglutaminase without Salt or Cooking / Chiya Kuraishi, et al. // *Journal of Food Science*. 1997. Vol. 62, Issue 3. P. 488-515. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb04412.x>

¹⁸ Sofos J.N., Perejda J.A., Schmidt G.R. Use of starch for water binding in restructured beef products. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-4501\(06\)80234-7](https://doi.org/10.1016/S0167-4501(06)80234-7)

¹⁹ Comparative Efficacy of Synthetic and Natural Tenderizers on Quality Characteristics of Restructured Spent Hen Meat Slices (RSHS) / Rushikesh Ambadasrao Kantale, et al. // *Food Science of Animal Resources*. 2019. Vol. 39, Issue 1. P. 121-138. DOI: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2019.e10>

одночасного застосування їх у комплексній суміші²⁰, в т.ч. під час заморожування-розморожування²¹.

2. Вивчення впливу харчових добавок на функціонально-технологічні властивості м'ясних модельних систем

На основі досліджень щодо вибору та обґрунтування основної та допоміжної сировини було визначено, що оптимальним є використання харчових добавок при таких рівнях внесення: солі кухонної – 1,0...2,0%, суміші фосфатів (ФС) – 0,1...0,5%, білку тваринного (БТ) – 1,0...4,0%.

Зразки готувалися з використанням масування для інтенсифікації процесу. У процесі масування відбувається розпушення структури сировини, руйнування мембран і підвищення їхньої проникності, що сприяє збільшенню швидкості процесу проникнення й перерозподілу посолочних речовин, а також поліпшенню структурно-механічних властивостей м'яса; відбувається розрив м'язових волокон і вихід міофібрилярних білків, що забезпечує збільшення вологозв'язуючої здатності м'язової тканини; липкий шар, що утвориться при масуванні на поверхні шматків м'яса, складається з розчину солерозчинних білків та часток м'язових волокон, забезпечує адгезійну взаємодію і монолітність реструктурованих виробів.

На першому етапі було вирішено визначити вплив комбінування солі та ФС в модельних системах. Обрано такі дозування добавок: солі кухонної – 1,0, 1,5 та 2,0%; фосфатної суміші – 0,1, 0,3 та 0,5%. Результати визначення показнику рН модельних фаршів в залежності від вмісту солі та ФС зображені на рис 2.1. Початкове значення рН м'ясної сировини складало – рН 6,2.

З рис. 2.1 видно, що використання солі кухонної, а також ФС, дозволяє корегувати значення рН м'ясної системи. Причому можна відмітити, що при збільшенні вмісту солі показник рН зменшується, відбувається зрушення у кислий бік. Але при одночасному збільшенні вмісту ФС зменшення значення рН уповільнюється, за рахунок властивості фосфату зрушувати рН м'ясної системи у лужний бік. Тому для отримання м'ясної системи з більшим показником рН доцільне використання мінімальної кількості солі 1,0...1,5%, а також ФС 0,1...0,3%.

²⁰ Research of technology of restructured combined meat products using a multicomponent brine / Kaldarbekova M., et al. // *EurAsian Journal of BioSciences*. 2019. Vol. 13. P. 1625-1632.

²¹ Effect of Frozen Storage on the Physico-chemical, Microbiological and Sensory Quality of Low Fat Restructured Chicken Block Incorpor / Sudheer Korukonda, et al. // *International Journal of Meat Science*. 2011. Vol. 1. Issue 1. P. 62-69. DOI: 10.3923/ijmeat.2011.62.69

Також було досліджено вплив кількості солі та ФС на втрати маси модельних зразків під час заморожування. Результати наведено на рис. 2.2. Для контрольного зразка вони склали 1,04%.

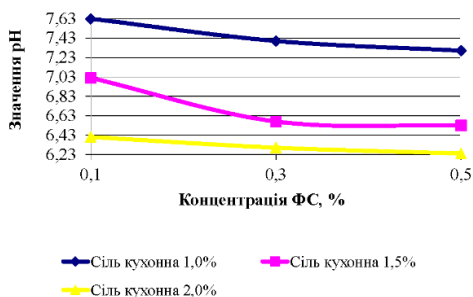


Рис. 2.1. Залежність показнику рН модельних систем від вмісту ФС та солі кухонної

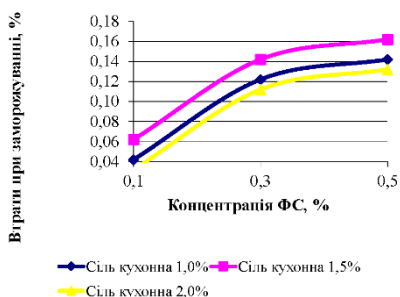


Рис. 2.2. Втрати маси модельних систем під час заморожування

З рис. 2.2 видно, що при збільшенні як частки солі, так і частки ФС, відбувається збільшення показників втрат маси при заморожуванні. Вірогідно це пов'язано з процесами переміщення вологи з клітинного у міжклітинний простір м'яса, які відбуваються при посолі, а також зі збільшенням концентрації міжклітинної рідини.

Важливим показником є також вихід під час термічної обробки (ТО). Модельні зразки піддавали ТО у замороженому стані, після розморожування, а також у розмороженому з паніруванням. Результати визначення показнику виходу модельних зразків після ТО у різних термічних станах наведено на рис. 2.3.

З рис. 2.3 видно, що ТО у замороженому стані доцільно проводити за вмісту солі 1,0...2,0% і вмісту ФС в межах 0,3...0,5%, вихід зразків

складає 76...82%. Обробку продукту у розмороженому стані варто проводити при застосуванні солі 1,5% і ФС 0,3%, а також солі 2% і ФС в межах 0,3...0,5%. При цьому вдається досягти максимальних значень виходу в межах 79...81%. Застосування панірування дозволяє збільшувати показник виходу зразків після ТО в межах від 7 до 13%.

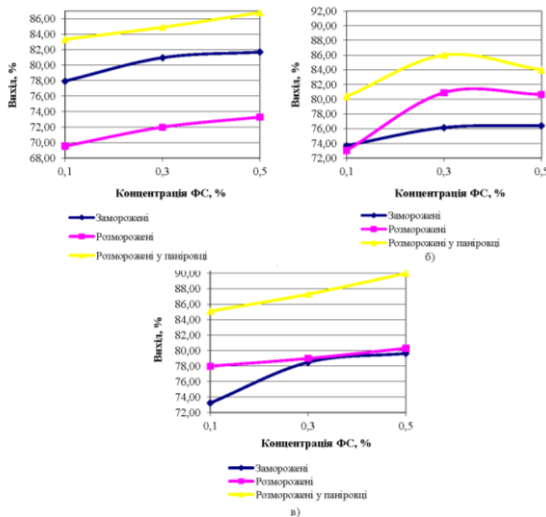


Рис. 2.3. Вихід зразків після ТО за різного термічного стану при використанні: а) 1,0% солі; б) 1,5% солі; в) 2,0% солі

Результати органолептичного дослідження модельних зразків після ТО зображені на рис. 2.4 та рис. 2.5.

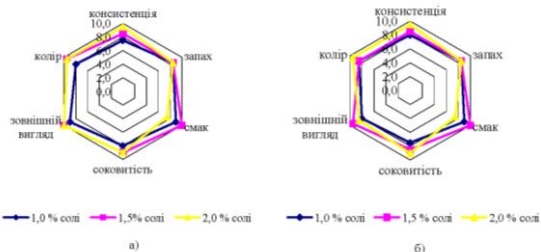


Рис. 2.4. Органолептична оцінка зразків з використанням 0,3% ФС після ТО у: а) замороженому стані; б) розмороженому стані

З рис. 2.4 видно, що збільшення частки солі при використанні 0,3% фосфатної добавки сприяє покращенню органолептичних показників. В зразках із застосуванням 1,5 і 2,0% солі кількість балів при оцінці була приблизно однаковою. Однак спостерігалась поява збиткового солоного присмаку при використанні 2,0% солі, а найбільшу оцінку мав зразок з використанням 1,5% солі.

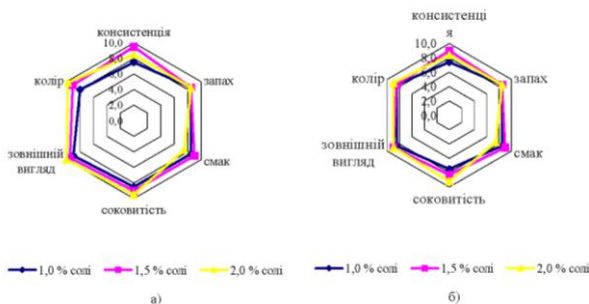


Рис. 2.5. Органолептична оцінка зразків з використанням 0,5% ФС після ТО у: а) замороженому стані; б) розмороженому стані

З рис 2.5 видно, що найменшу соковитість при обробці у розмороженому стані мали вироби з використанням мінімальної кількості солі – 1,0%, а використання солі у кількості 2,0% сприяє покращенню зовнішнього вигляду зразків. Відмічається збільшення всіх інших показників при використанні солі у кількості 1,5...2,0%. Найкращу оцінку мав зразок з використанням 0,5% фосфату та 1,5% солі.

Відмічається поява збиткового солоного присмаку при вмісті солі більше ніж 1,5 %, а при вмісті фосфату більше 0,3% зразки набувають стороннього специфічного присмаку. Тому, оптимальною композицією з погляду на функціонально-технологічні та органолептичні якісні характеристики можна вважати застосування солі кухонної у кількості – 1,5 %, а також фосфатної добавки – 0,3%.

Подальші дослідження були спрямовані на визначення впливу білка тваринного (БТ) на функціонально-технологічні та органолептичні властивості м'ясних модельних систем.

Під час дослідження використовували: сіль харчову (1,5 %), ФС (0,3%), БТ (1,0...4,0%).

Була проведена органолептична оцінка зразків після ТО, результати якої представлені на рис. 2.6. Бальну оцінку зразків з різною концентрацією БТ наведено у табл. 2.1.

З рис. 2.6 видно, що застосування БТ сприяє покращенню усіх показників при її додаванні в межах 1,0...2,0%. При цьому найбільшу оцінку мав зразок з використанням 2,0% БТ. Подальше збільшення частки БТ не призвело до покращення органолептичних показників, а навіть навпаки погіршило їх. Це пов'язано з тим, що при вмісті БТ від 2,5 до 4,0% відбувалося розрихлення структури модельних зразків і відбувалось зростання втрат маси при ТО, спостерігалась поява присмаку білкової добавки, інтенсивність червоного забарвлення зразків зменшувалась.

Таблиця 2.1

Бальна оцінка зразків після ТО з різною концентрацією БТ

Показник	Зразки з вмістом БТ, %							
	0,0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Консистенція	7,5	7,9	9,0	9,5	8,0	6,4	5,5	5,0
Запах	7,0	8,0	9,0	10,0	9,0	8,5	8,0	7,5
Смак	7,0	7,7	8,8	9,9	8,8	8,0	7,5	7,0
Соковитість	7,0	8,0	9,0	10,0	8,8	8,7	8,5	7,8
Зовнішній вигляд	7,0	8,2	8,8	9,8	8,0	6,5	6,0	5,0
Колір	8,0	8,5	8,8	9,5	8,5	7,0	6,5	6,5
Середньоарифметичний показник	7,3	8,1	8,9	9,8	8,5	7,5	7,0	6,5

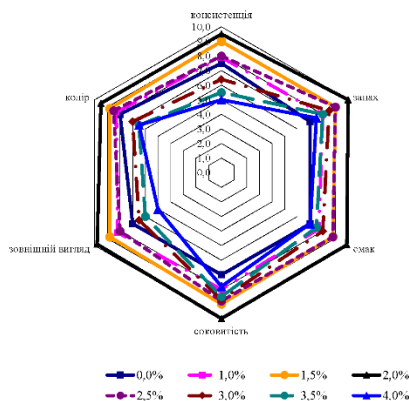


Рис. 2.6. Органолептична оцінка зразків в залежності від вмісту БТ

Значення виходу виробів після ТО за різних термічних станів зображено на рис 2.7.

Відмічається зростання показнику виходу продукту при збільшенні частки доданого білку (рис. 2.7). Максимальні значення виходу мають зразки із застосуванням 2,0% БТ – у розмороженому стані, а також 2,0...2,5% – у замороженому; наступне збільшення частки БТ спричиняє розпушування структури виробу та відбувається значна втрата вологи при термічній обробці. При вмісті БТ від 2,5% виріб починає руйнуватися при нарізанні.

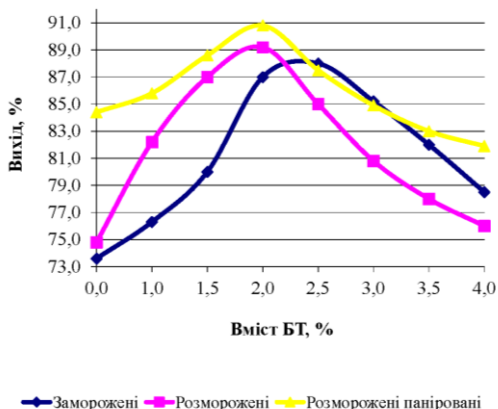


Рис. 2.7. Вихід виробів за різного термічного стану в залежності від вмісту БТ

Також з рис. 2.7 видно, що вироби із застосуванням панірування мають вищий показник виходу в порівнянні із зразками без нього. Значних втрат вологи при обробці вдається уникнути за рахунок утворення на поверхні виробу захисної скоринки. Застосування панірування дозволяє отримувати соковиті вироби з ніжною консистенцією вже за мінімальних концентрацій білкової добавки 1,5...2,0%.

Подальші дослідження проводились з композиціями модельних систем із додатковими компонентами (табл. 2.2.).

Таблиця 2.2

Рецептури сумішей для проведення реструктурування

№ зразку	Сіль	ФС	БТ
	%	%	%
Контроль	-	-	-
1	1,0	0,1	-
2	1,0	0,3	-
3	1,0	0,5	-
4	1,0	0,3	-
5	1,5	0,3	-
6	2,0	0,3	-
7	1,5	0,3	1,0
8	1,5	0,3	1,5
9	1,5	0,3	2,0

Зразки модельних систем перемішували до однорідності з допоміжними компонентами і витримували протягом $\tau = 30 \dots 40$ хв.

Результати дослідження ГНЗ наведено на рис. 2.8.

З рис. 2.8 видно, що збільшення концентрацій добавок сприяє зміні показнику ГНЗ. Найбільш інтенсивною зміною характеризуються зразки після розморожування. Цей ефект можна пояснити перерозподілом вологи, а також більш вираженою дією компонентів суміші при подальшому розморожуванні.

Видно, що збільшення концентрації ФС в модельній системі сприяє зменшенню показнику ГНЗ, тобто щільність і пружність структури м'ясної системи зменшується. Це можна пояснити збільшенням ніжності зразків при збільшенні ВЗЗ систем. При збільшенні вмісту солі та БТ спостерігається збільшення показнику ГНЗ, тобто щільність і пружність м'ясної системи збільшується. Причому найбільша вираженість цього явища відмічається при вмісті цих добавок за концентрації 1,5...2,0%. Збільшення показнику ГНЗ вірогідно пояснюється тим, що білки м'яса, а також додані інгредієнти, утворюють додаткові структурно-коагуляційні явища, відбувається посилення пружних властивостей фаршів і значно зростає сила адгезійно-когезійної взаємодії м'ясних систем.

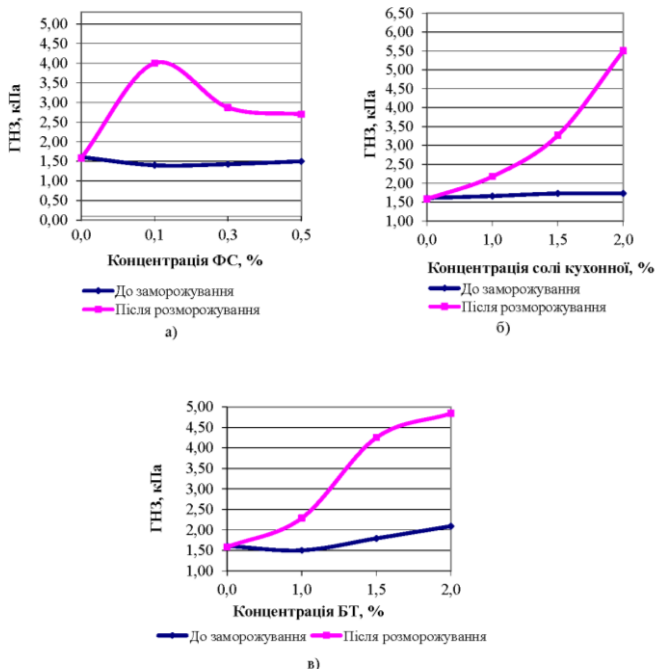


Рис. 2.8. Залежність ВЗЗ модельних зразків до та після заморожування від вмісту: а) ФС, б) солі кухонної, в) БТ

Результати дослідження показників ВЗЗ модельних зразків представлено на рис. 2.9.

З рис. 2.9 видно, що використання добавок в комплексі сприяє збільшенню вологозв'язуючої здатності зразків.

Найбільших значень ВЗЗ набувають зразки при додаванні ФС за концентрації 0,3...0,5%, при додаванні солі 1,5...2,0%, а також БТ 1,5...2,0%.

Результати дослідження показників втрат маси зразків після заморожування зображено на рис. 2.10.

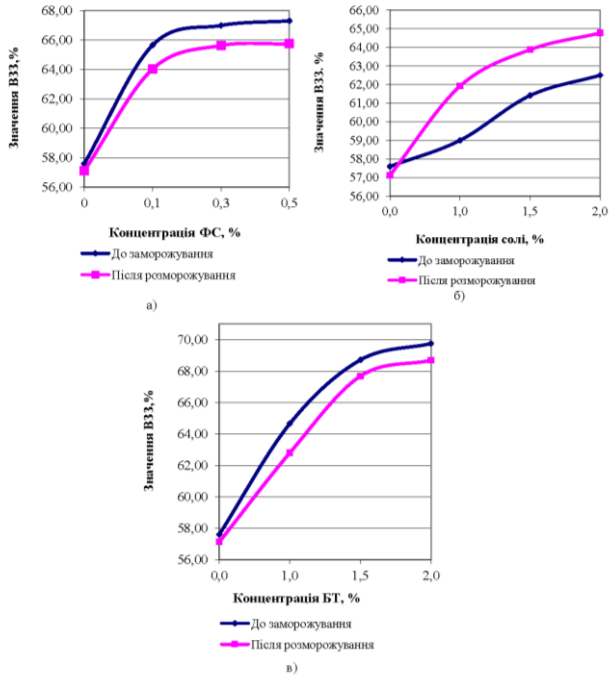


Рис. 2.9. Залежність ВЗЗ зразків до та після заморожування від вмісту: а) ФС, б) солі кухонної, в) БТ

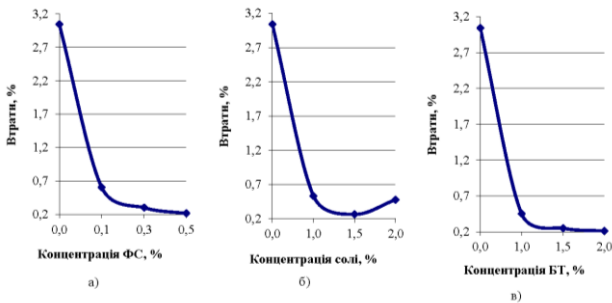


Рис. 2.10. Залежність втрат маси зразків під час заморожування від вмісту: а) ФС, б) солі кухонної, в) БТ

З рис. 2.10 видно, що при збільшенні концентрацій ФС і БТ спостерігається зменшення втрат при заморожуванні. Так, найменші

втрати були при вмісті БТ у кількості 2,0% та ФС – 0,5% (0,21% в порівнянні з контролем – 3,04%).

Однак при збільшенні частки солі, втрати були найменшими при концентрації солі 1,5% до маси м'яса (0,26%), зменшення або збільшення її вмісту сприяє збільшенню втрат при заморожуванні.

3. Вивчення функціонально-технологічних властивостей м'ясних модельних систем з використанням суміші для реструктурування

З урахуванням попередніх досліджень, добавки використовувались в сумарній кількості 3,8%: сіль харчова – 1,5%, ФС – 0,3%, БТ – 2,0%.

Регулювання сортності м'яса проводили шляхом додавання до м'яса подрібненого на вовчку яловичого жиру-сирцю. При цьому вміст жиру і сполучної тканини доводили до норм м'яса різного сорту: у м'ясі I сорту вміст жиру складав 6%, у м'ясі II сорту – 20%. Контрольним зразком була система з м'яса вищого сорту різного ступеню подрібнення, без застосування харчових добавок.

Відмічається, що при додаванні 3,8 % добавки у сухому вигляді та за використанням масування, білковий компонент поглинає м'ясний сік, який утворюється при посолі. При цьому поверхня фаршу стає менш вологою, його консистенція стає більш щільною і пружною.

Вихід модельних зразків після термічної обробки за різного термічного стану наглядно зображено на рис. 3.1.

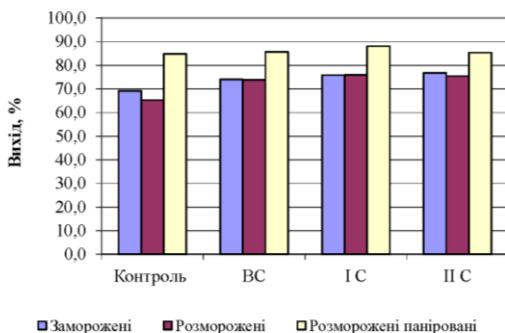


Рис. 3.1. Значення виходу зразків після ТО в залежності від сортності м'яса

Як видно з рис. 3.1, використання м'ясної сировини із більшою часткою жиру та сполучної тканини підвищує вихід продукту. Найкращі показники виходу мають зразки з м'яса I сорту – після розморожування і панірування, а також з м'яса I і II сортів для розморожених і заморожених зразків. Збільшення частки жиру та сполучної тканини в

м'ясній сировині не перешкоджало веденню процесу реструктурування. Значних втрат жиру внаслідок його плавлення при ТО не спостерігалось.

Органолептична оцінка зразків після ТО з використанням м'яса різного сорту наведена на рис. 3.2 та рис. 3.3.

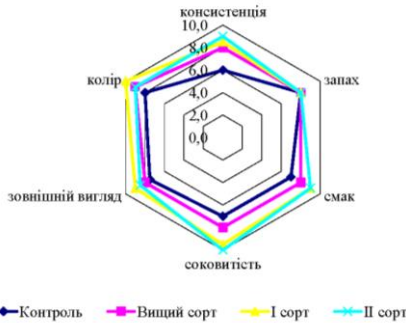


Рис. 3.2. Органолептична оцінка зразків з м'яса різного сорту після ТО у замороженому стані

При ТО проведеній у замороженому стані (рис 3.2) зміна сортності м'яса сприяла покращенню всіх показників, в порівнянні з контрольним зразком. Найкращими за показниками кольору і зовнішнього вигляду був зразок з використанням м'яса I сорту, за консистенцією і соковитістю – зразок з м'яса II сорту.

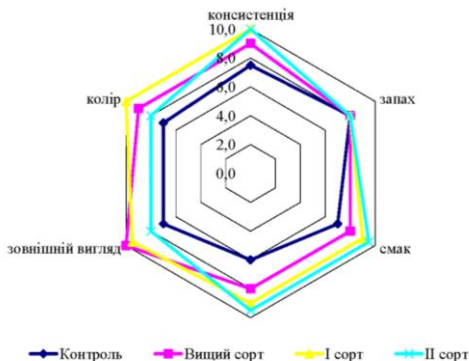


Рис. 3.3. Органолептична оцінка зразків з м'яса різного сорту після ТО у розмороженому стані

Як видно з рис. 3.3 розморожування виробів перед ТО, не вплинуло значно на зміну органолептичних показників виробів. Однак зовнішній вигляд зразку з використанням м'яса вищого сорту був кращим, в порівнянні з іншими зразками.

Згідно до результатів експериментальних досліджень щодо можливості застосування м'яса зниженої сортності, можна зробити висновок, що застосування м'яса I та II сорту сприяє покращенню органолептичних показників зразків. Також відмічається збільшення показнику виходу для зразків з м'яса I сорту, вихід зразків з м'яса вищого сорту і II сорту були приблизно однаковими. Тому, застосування в технології реструктурованих виробів м'ясної сировини з вмістом сполучної та жирової тканини в межах від 0 до 20% є доцільним. Цим вимогам відповідає м'ясна обрізь (тримінг) із співвідношенням м'язової і жирової тканини 85/15, 90/10 та 95/5.

Були проведені дослідження щодо визначення впливу додаткової гідратації суміші на якісні показники м'ясних модельних систем.

Гідратацію комплексної суміші проводили окремо у співвідношеннях 1:2 та 1:5. При гідромодулі (г/м) 1:2 зволожена суміш мала рихлу комкувату консистенцію, а при г/м 1:5 мала вигляд рідкої суспензії.

При застосуванні гідратації добавки г/м 1:2 значної відмінності від контрольного зразку не спостерігалось. Але відмічалось набування м'ясною системою більш пластичної, в'язкої структури, яка при г/м 1:5 була ще більш пластичною і в'язкою, а також спостерігалось підвищення липкості системи.

Вихід модельних зразків після ТО за різного термічного стану зображено на рис. 3.4.

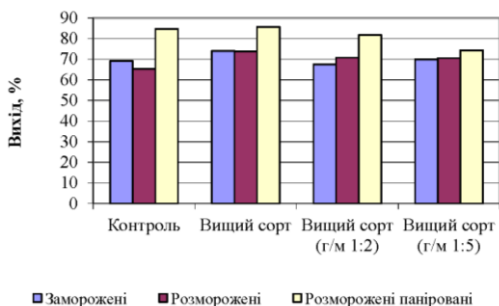


Рис. 3.4. Вихід зразків після ТО з різним рівнем гідратації комплексної суміші

З рис. 3.4 видно, що значення виходу після ТО зростає в розморожених виробках при г/м 1:2 (70,74...81,75%), але зменшується при г/м 1:5 (70,51...74,29%). Тому, гідратацію суміші для реструктурування доцільно проводити за мінімальної кількості вологи – г/м 1:2.

Відмічається, що вихід панірованих розморожених зразків є більшим, ніж у зразків оброблених у розмороженому і замороженому вигляді. Цей показник є вищим на 11,6...11,8, 11,0...14,3, 3,8...4,5%, ніж у відповідних зразках без панірування.

Органолептична оцінка виробів при використанні суміші з різним рівнем гідратації наведено на рис. 3.5 та рис. 3.6.

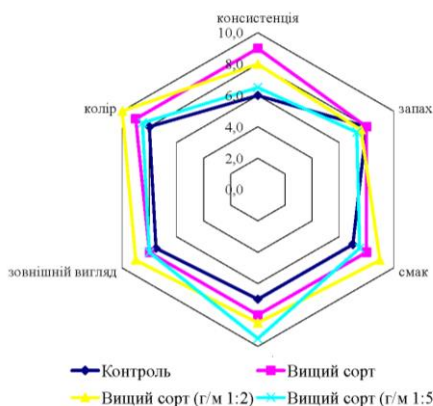


Рис. 3.5. Органолептична оцінка зразків з різним рівнем гідратації суміші після ТО у замороженому стані

Як видно з рис. 3.5, найкращим зразком за показниками колір, зовнішній вигляд, смак, був зразок з використанням додаткової вологи за рівня – г/м 1:2. За показниками консистенція та соковитість цей зразок мав лише на 0,5...1 балів меншу оцінку, ніж в зразку без гідратації добавки.

При збільшенні г/м до 1:5, спостерігається погіршення органолептичних показників зразків після ТО. Відмічається погіршення консистенції – вона стає більш рихлою, збліднення забарвлення та поява специфічного водянистого присмаку зразку.

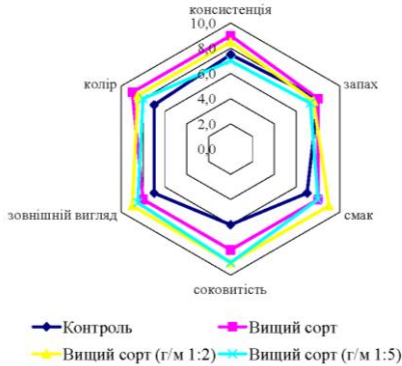


Рис. 3.6. Органолептична оцінка зразків з різним рівнем гідратації суміші після ТО у розмороженому стані

З рис. 3.6 видно, що найбільшу оцінку при органолептичному дослідженні мали зразки із використанням добавки без гідратації, а також зразок із мінімальною гідратацією при г/м 1:2.

Відповідно до результатів виходу продукту, а також органолептичних досліджень визначено, що найкращими були зразки з використанням добавки без гідратації або з гідратацією добавки за мінімального рівня внесення вологи – г/м 1:2. Тому, для підприємств м'ясної промисловості можна рекомендувати використання розробленої суміші для реструктурування в сухому вигляді або гідратованому (з г/м 1:2), що потребує подальших досліджень.

Використання розроблених сумішей сприяло сповільненню процесу охолодження реструктурованих виробів. Температура перебігу процесу кристалоутворення зразків з добавками була нижчою, ніж в контрольного зразку, та складала $t = -3 \text{ } ^\circ\text{C}$ (температура кристалоутворення контролю – $t = -2 \text{ } ^\circ\text{C}$). Причому тривалість цього процесу у зразках з добавкою була меншою і складала $\tau = 110 \text{ хв.}$, в порівнянні з контролем $\tau = 140 \text{ хв.}$

Процес розморожування виробів характеризувався сповільненням процесу відтаювання виробів в залежності від збільшення частки доданої БТ, він був довшим в середньому на $\tau = 10 \text{ хв.}$ Це свідчить про те, що зв'язування кристалізованої води при розморожуванні відбувалося більш рівномірно, тому кількість втрат вологи при розморожуванні було меншими.

Також можна відмітити, що вищеозначені явища були найбільш виражені у зразках, в яких вміст колагенового білку складав 1,5 та 2,0% відповідно.

ВИСНОВКИ

Комплекс проведених робіт дозволив досягти мети дослідження – дослідження впливу окремих компонентів та їх сумішей на властивості м'ясних модельних систем під час реструктурування, в т.ч. під час заморожування-розморожування.

Обґрунтовано використання в якості добавок для реструктурування солі кухонної, білка тваринного та поліфосфатної суміші. Визначено, що найбільш оптимальним для регулювання адгезійно-когезійних взаємодій є застосування цих інгредієнтів у такій кількості: солі кухонної – 1,5%, білку тваринного – 2,0%, суміші поліфосфатів – 0,3% до маси м'ясної сировини. Необхідний технологічний ефект, при виробництві реструктурованих м'ясних виробів, досягається використанням суміші цих інгредієнтів у кількості 3,8% до маси м'ясної сировини із співвідношенням компонентів (сіль:білок:поліфосфат) 0,4 : 0,5 : 0,1.

Під час дослідження закономірності зміни функціонально-технологічних, структурно-механічних характеристик м'ясних систем при використанні розробленої суміші для реструктурування визначено, що використання суміші сприяє збільшенню показнику ВЗЗ м'ясної системи, відмічається збільшення щільності м'ясної системи внаслідок збільшення дії адгезійно-когезійних сил під час реструктурування, показник ГНЗ збільшується. Використання суміші дозволяє зменшити температуру процесу кристалотворення – 3,0...3,5 °С (контроль – 2 °С) та його тривалості на 20% – 110 хв (контроль – 140 хв), збільшити тривалість розморожування та зменшити втрати під час розморожування та термічної обробки.

Подальші дослідження будуть використані для подальшої розробки технології реструктурованих м'ясних заморожених напівфабрикатів, які здатні відтворювати структуру порційного напівфабрикату, мають гарантований рівень харчової, біологічної цінності та безпечності, що розширить асортимент м'ясних напівфабрикатів.

АНОТАЦІЯ

Обмеженість сировинних ресурсів та недостатня для зростаючої чисельності соціуму продуктивність тваринництва визначають великий дефіцит і вартість м'ясних продуктів. Тому, одним із перспективних напрямків виробництва м'ясопродуктів є створення технологій реструктурованих м'ясних продуктів, перевага яких полягає в здатності відтворення структури цільнокускової сировини, за органолептичними властивостями близькою до цільном'язових м'ясних продуктів. Метою дослідження стало дослідження впливу окремих компонентів та їх

сумішей на властивості м'ясних модельних систем під час реструктурування, в т.ч. під час заморожування-розморожування.

Обґрунтовано використання в якості добавок для реструктурування солі кухонної, білка тваринного та поліфосфатної суміші. Визначено їх найбільш оптимальне застосування для регулювання адгезійно-когезійних взаємодій. Необхідний технологічний ефект, при виробництві реструктурованих м'ясних виробів, досягається використанням суміші цих інгредієнтів у кількості 3,8% до маси м'ясної сировини із співвідношенням компонентів (сіль:білок:поліфосфат) 0,4 : 0,5 : 0,1.

Під час дослідження закономірності зміни функціонально-технологічних, структурно-механічних характеристик м'ясних систем при використанні розробленої суміші для реструктурування визначено, що використання суміші сприяє збільшенню показнику ВЗЗ м'ясної системи, відмічається збільшення щільності м'ясної системи внаслідок збільшення дії адгезійно-когезійних сил під час реструктурування, показник ГНЗ збільшується. Використання суміші дозволяє зменшити температуру та тривалість процесу кристалоутворення, збільшити тривалість розморожування та зменшити втрати під час розморожування та термічної обробки.

Література

1. Improving the technology of restructured ham-type products from turkey meat and PSE pork / Shevchenko I. et al. // *Food science and technology*. 2021. Vol. 15, Issue 4. P. 106-115. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v15i4.2125>
2. Вивчення особливостей регулювання структури шинкових виробів шляхом застосування трансглютамінази / Шевченко І.І. та ін. // *Наукові праці НУХТ*. 2021. Том 27, № 6. С. 140-151 DOI: 10.24263/2225-2924-2021-27-6-16
3. Перспективи використання продуктів забою індиків в реструктурованих шинках / Галенко О.О. та ін. // URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/5b99b01f-b29c-4c0b-80f7-a95d0fad7a64/content>
4. Кишенько І.І., Крижова Ю.П., Філоненко М.І. Дослідження ферментного препарату трансглютамінази на модельних зразках реструктурованих шинок з яловичини. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2016. Т. 18, № 2 (68). С. 46-50. DOI:10.15421/nvlvet6809
5. Glenn R. Meat Products: Fresh and Restructured. URL: https://digicomst.ie/wp-content/uploads/2020/05/1988_05_01.pdf
6. Restructured meat products – production, processing and marketing: a review / Gadekar Y.P., et al. / *Indian Journal of Small Ruminants*. 2015. Vol. 21, Issue 1. P. 1-12. DOI: 10.5958/0973-9718.2015.00036.7

7. Developments in Science, Technology, Quality and Constraints of Restructured Meat Products – A Review / Bhaskar Reddy G.V., et al. // *International Journal of Meat Science*. 2015. Vol. 5, Issue 1. P. 14-48. DOI: 10.3923/ijmeat.2015.14.48

8. Мороз В.Ф., Штонда О.А. Використання ензимів при виробництві м'ясних виробів. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. Том 14. №2 (52). Ч. 3. 2012. С. 249-253. URL: vikoristannya-enzimiv-pri-virobnitstvi-myasnih-virobiv.pdf

9. Adhesion/cohesion theory. URL: <https://www.adhesives.org/adhesives-sealants/adhesives-sealants-overview/structural-design/adhesion-cohesion-theory>

10. Keeton J. T. Formed and emulsion products. DOI:10.1201/9781420042177.ch12

11. Means W. J., Schmidt G. R. Restructuring fresh meat without the use of salt or phosphate. In A. M. Person, & T. R. Duston, *Advances in meat research*. vol. 3, Restructured meat and poultry products. 1987. New York: AVI Book, Van Nostrand Reinhold. P. 469-487.

12. Механічна обробка та підготовка сировини до термічної обробки. Особливості виробництва продукції формованого типу. URL: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/326896/mod_resource/content/1/%D0%A2%D0%95%D0%9C%D0%90%201.%20%D0%92%D0%98%D0%A0%D0%9E%D0%91%D0%9D%D0%98%D0%A6%D0%A2%D0%92%D0%9E%20%D0%9C%E2%80%99%D0%AF%D0%A1%D0%9D%D0%98%D0%A5%20%D0%9D%D0%90%D0%9F%D0%86%D0%92%D0%A4%D0%90%D0%91%D0%A0%D0%98%D0%9A%D0%90%D0%A2%D0%86%D0%92.pdf

13. Донець О. П. Вдосконалення технології шинкових виробів шляхом збагачення м'ясними білками: дис. ... канд. тех. наук: спец. 05.18.04 – «Технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів». Київ, 2016. 170 с.

14. Texture Profile Analysis in Restructured Chicken with transglutaminase and egg white / Contreras-Castillo C.J., et al. URL: https://digicomst.ie/wp-content/uploads/2020/05/2009_08_46.pdf

15. Supaluk Sorapukdee, Pussadee Tangwatcharin. Quality of steak restructured from beef trimmings containing microbial transglutaminase and impacted by freezing and grading by fat level. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2018. Vol. 31. Issue 1. P. 129-137. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0170>

16. Production of Restructured Meat using Microbial Transglutaminase without Salt or Cooking / Chiya Kuraishi, et al. // *Journal of Food Science*. 1997. Vol. 62, Issue 3. P. 488-515. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb04412.x>

17. Sofos J.N., Perejda J.A., Schmidt G.R. Use of starch for water binding in restructured beef products. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-4501\(06\)80234-7](https://doi.org/10.1016/S0167-4501(06)80234-7)

18. Comparative Efficacy of Synthetic and Natural Tenderizers on Quality Characteristics of Restructured Spent Hen Meat Slices (RSHS) / Rushikesh Ambadasrao Kantale, et al. // *Food Science of Animal Resources*. 2019. Vol. 39, Issue 1. P. 121-138. DOI: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2019.e10>

19. Research of technology of restructured combined meat products using a multicomponent brine / Kaldarbekova M., et al. // *EurAsian Journal of BioSciences*. 2019. Vol. 13. P. 1625-1632.

20. Effect of Frozen Storage on the Physico-chemical, Microbiological and Sensory Quality of Low Fat Restructured Chicken Block Incorpor / Sudheer Korukonda, et al. // *International Journal of Meat Science*. 2011. Vol. 1. Issue 1. P. 62-69. DOI: 10.3923/ijmeat.2011.62.69

21. Method of preparing frozen poultry meat portions: Patent Application Publication US 2020/0390132 A1: A23L 13/50, A22C 21/00, A22C 7/00, A23B 4/10. US 2020/0390132 A1. Dec. 17, 2020.

Information about the authors:

Yancheva Maryna Oleksandrivna,

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Dean of the Faculty of Processing and Food Production
State Biotechnological University
44, Alchevskykh str., Kharkiv, 61002, Ukraine

Zhelieva Tetiana Serhiivna,

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Meat Technology
State Biotechnological University
44, Alchevskykh str., Kharkiv, 61002, Ukraine

Inzhyyants Artem Tyhranovych,

Technologist Production
LLC Chuhuyiv Meat Plant
50, Chornobylytsiv str., Chuhuyiv, Kharkiv region, 63503, Ukraine