
ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НАПІВФАБРИКАТІВ У ТІСТОВІЙ ОБОЛОНЦІ КОМБІНОВАНОГО СКЛАДУ

Пасічний В. М., Маринін А. І., Шубіна Є. А.
DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-445-0-10>

ВСТУП

М'ясні продукти займають значну частку у структурі харчування. Заморожені м'ясні напівфабрикати на ринку України та світу є популярним продуктом зі значною перспективою зростання¹.

Високий попит на напівфабрикати та перспективи до його розширення викликані доступністю даної групи продуктів для споживачів з різним рівнем доходів. Однак значну частку ринку напівфабрикатів займає продукція низького та середнього цінового сегменту. Зважаючи на це, значна кількість споживачів утримується від купівлі даних продуктів через потенційну низьку якість. Це робить актуальним розробку напівфабрикатів високої якості та покращеної харчової цінності².

Розробка рецептур харчових продуктів заснована на підборі певних видів сировини, що повинні забезпечувати необхідну якість готової продукції при їх поєднанні. До цих показників відносяться органолептичні, реологічні, функціонально-технологічні та інші показники. Також важливо, щоб обрані рецептурні компоненти повинні мати максимальну суміжність або взаємокомпенсацію та повинні забезпечувати стабільність м'ясної системи у процесі технологічної обробки.

Досягнення оптимальної харчової та біологічної цінності при проектуванні рецептур проводиться за допомогою математичного моделювання.

¹ Ultra-processed foods: what they are and how to identify them / С. А. Monteiro et al. *Public Health Nutrition*. 2019. Vol. 22, no. 5. P. 936–941. URL: <https://doi.org/10.1017/s1368980018003762>

² Свистун Т. В., Туз К. В. Аналіз ринку заморожених напівфабрикатів України. *Економіка харчової промисловості*. 2017. Т. 9, № 2. С. 19–23.

На отримання стабільних високих функціонально-технологічних показників харчових систем корелює з кількісним вмістом нутрієнтів, а саме вмісту білків, ліпідів та вуглеводів.

Функціонально-технологічні характеристики отриманого продукту безпосередньо залежить від характеристик та ступеня їх вираженості кожного окремого інгредієнта рецептури^{3,4}.

Ефективним способом покращення харчових продуктів є комбінування сировини різного біологічного походження. Поєднання традиційних видів м'ясої сировини з продуктами рослинного походження, функціональних добавок та іншими нетрадиційними інгредієнтами дозволяє розширити асортимент продуктів та покращувати їх технологічні властивості.

Популярним напрямком комбінування у складі м'ясних продуктів є використання регіональної сировини, що здатне забезпечити високу біологічну цінність та відносно знизити вартість виробництва продукції.

Застосування рослинної сировини при виробництві м'ясних продуктів дозволяє покращити структуру м'ясного фаршу та збагатити продукт вітамінами, харчовими волокнами та мінералами.

Дослідниками визначено, що використання продуктів переробки бобових дає змогу отримати високобілкові продукти з покращеним жирнокислотним профілем та підвищеним вмістом мінеральних речовин⁵.

Представлені дані літературних джерел свідчать про актуальність удосконалення напівфабрикатів з використанням регіональної рослинної сировини.

Особливістю технології виробництва напівфабрикатів полягає у технологічній обробці шляхом заморожування, що впливає на технологічні показники та стан вологи у продукті. Зокрема, при використанні низької швидкості заморожування знижується вологоутримуюча здатність, викликана руйнуванням міофібрилярних білків⁶.

³ Пасічний В. М., Божко Н. В., Шалда І. С. Оцінка функціонально-технологічних властивостей січених напівфабрикатів з м'ясом качки. *Харчова промисловість*. 2016. Т. 20. С. 55–60.

⁴ The study of lentil flour as a raw material for production of semismoked sausages / U. Drachuk et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 6, no. 11 (96). P. 44–50. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.148319>

⁵ Influence of partial pork meat replacement by pulse flour on physicochemical and sensory characteristics of low-fat burgers / N. S. Argel et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020. Vol. 100, no. 10. P. 3932–3941. URL: <https://doi.org/10.1002/jsfa.10436>

⁶ Crystallization Behavior and Quality of Frozen Meat / D. S. Dang et al. *Foods*. 2021. Vol. 10, no. 11. P. 2707. URL: <https://doi.org/10.3390/foods10112707>

Фазовий перехід молекул води під дією зниження температури здатні корегувати кріопротектори. В харчових продуктах як кріопротектори широко використовуються полісахариди.

1. Перспективи розробки напівфабрикатів комбінованого складу

Сучасні тенденції харчування вказують на перспективність та збільшення попиту на продукти харчування кому, що не потребують значного часу для приготування. Однак, збільшення споживання їжі швидкого приготування призводить до низької збалансованості раціону та домінування баластних речовин. Збалансованість, як раціон загалом так і окремих продуктів, досягається шляхом комбінування рослинної та тваринної сировини.

Отримання продуктів з високим вмістом повноцінних білків можливе шляхом використання нетрадиційної білоквмісної сировини. Найбільш розповсюдженим видом нетрадиційна білоквмісної сировини у м'ясних продуктах є продукти переробки бобових. Також джерелами рослинного білка можуть виступати пшениця, рис кукурудза, сорго, ячмінь та насіння кунжуту, чіа, льону, гарбуза та соняшнику⁷.

Дослідження органолептичних характеристик Яловичих гамбургерів з використанням горохового концентрату не виявили значних відмінностей у вподобаннях споживачів, у результаті сліпих дегустацій⁸.

За результатами досліджень техніко функціональних характеристик білків сої, гороху та люпину широко досліджуються для розробки емульгаторів та гелеутворювачів.

Білки бобових переважно представлені глобулінами, що становлять 70% від їх загальної кількості, 20–10% становлять альбуміни та глутеліни, проламіни та віціліни складають 3–7%⁹.

Соеві білків харчовій галузі переважно представлені ізоляторами, які є більш концентрованими за рахунок видалення цукрів та олії.

Джерелом рослинного білку можуть виступати морські водорості. Так отримання білку з бурих водоростей проводиться шляхом ферментативної обробки та мікрохвильової обробки¹⁰.

⁷ Sustaining Protein Nutrition Through Plant-Based Foods / S. Langyan et al. *Frontiers in Nutrition*. 2022. Vol. 8. URL: <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.772573>.

⁸ A Sensory Study on Consumer Valuation for Plant-Based Meat Alternatives: What is liked and disliked the most? / G. Sogari et al. *Food Research International*. 2023. P. 112813. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112813>

⁹ Bessada S. M. F., Barreira J. C. M., Oliveira M. B. P. P. Pulses and food security: Dietary protein, digestibility, bioactive and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*. 2019. Vol. 93. P. 53–68. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.022>

¹⁰ de Souza Celente G., Sui Y., Acharya P. Seaweed as an alternative protein source: Prospective protein extraction technologies. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2023. P. 103374. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2023.103374>

Мікрowodорості є перспективною альтернативою тваринним білком, оскільки в них наявні незамінні амінокислоти. Загальний вміст білку у такій сировині знаходиться на рівні 70%, що більше за сою та нут де вміст білка складає 35 та 18% відповідно¹¹.

Їстівні гриби все більше набувають розвитку як білоквмісна сировина. У порівнянні з іншими джерелами білок, отриманий з грибів, має повний профіль незамінних амінокислот, що задовольняє потреби харчування та має економічний ефект¹².

Серед злакових культур поширені білки рису та глютен.

Глютен є основним білком пшениці, що складається з гліатину та глютеніну. Вміст глютену у загальному білку пшениці становить 85 – 90%. Цей білок відрізняється високим вмістом сірковмісних амінокислот та високими функціональними властивостями. Однак його вживання не є рекомендованим при целиакії та непереносимості глютену¹³.

Білок рису виявляє нижче функціональні властивості, незважаючи на значну кількість незамінних амінокислот. Порівняно з іншими злаковими культурами рис має вищий загальний вміст білка та виявляють кращу засвоюваність організму. На відміну від глютену є гіпоалергенним¹⁴.

Перспектива білоквмісною сировиною є насіння олійних культур, таких як арахіс, ріпак, кунжут та соняшник. Насіння олійних культур може містити від 6 до 45% білка¹⁵. Останні роки спостерігається стрімкий ріст вирощування таких культур, викликаний збільшенням популярності їх на ринку.

Білки з насіння ріпаку мають виражену, емульгуючу здатність та сприяють покращенню кольору та структури продукту. Дана сировина використовуються в спортивних напоях та десертах.

¹¹ Sustainable aquaculture and animal feed from microalgae – Nutritive value and technological components / D. Nagarajan et al. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2021. Vol. 150. P. 111549. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111549>

¹² Dietary nutrients in edible mushroom, *Agaricus bisporus* and their radical scavenging, antibacterial, and antifungal effects / R. Krishnamoorthi et al. *Process Biochemistry*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2022.06.021>

¹³ Biesiekierski J. R. What is gluten?. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. 2017. Vol. 32. P. 78–81. URL: <https://doi.org/10.1111/jgh.13703>

¹⁴ The composition, extraction, functionality and applications of rice proteins: A review / L. Amagliani et al. *Trends in Food Science & Technology*. 2017. Vol. 64. P. 1–12. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.01.008>

¹⁵ Oilseed proteins – Properties and application as a food ingredient / K. Kotecka-Majchrzak et al. *Trends in Food Science & Technology*. 2020. Vol. 106. P. 160–170. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.004>

Насіння гарбуза соняшника та промислових конопель є гарною перспективою для створення альтернативних продуктів, серед яких сири і борошняні вироби.

Олієвмісною культурою, що стрімко розвивається на території України, є промислові коноплі. Конопля являють собою однорічну трав'янисту квітучу рослину традиційно використовуються для отримання насіння та волокон. Насіння конопель містять своєму складі значну кількість поживних речовин, серед яких білки, що складаються з замісних і незамісних амінокислот поліненасичених жирних кислот, вітамінів, фінальних сполук, мінералів. Основний вміст корисних речовин знаходиться у зародку насіння, а саме вміст олії перевищує 30%, а білку 25%. У складі продукту наявність кальцій, магній, фосфор, сірка, залізо, мідь та калій¹⁶.

Білки насіння конопель здебільшого представлені естіном, серед азотистих речовин представлені нуклеїни, холін, трігонелін. Порівняння амінокислотного складу білка, насіння конопель і соєвим ізолятом вказує, що вміст незамісних амінокислот є вищим, окрім лізину¹⁷.

Також в результаті дослідження насіння конопель має значну кількість біоактивних речовин, що виявляють антиоксидантну дію¹⁸.

Отримане від переробки насіння конопель борошно має високий вміст незамісних амінокислот, що дозволяє отримати продукт високої якості зі значним вмістом білка. За результатами досліджень білок, що міститься в насінні конопель, засвоюються організмом на рівні 84,1–86,2%¹⁹.

Продукти переробки насіння конопель володіють високою, емульгуючою здатністю. Дослідження білково-пектинового комплексу показують високі значення стабільності емульсії та реологічних характеристик при зберіганні²⁰.

¹⁶ Мукоїд Р. М., Лісовий М. А., Пархоменко А. М. ВИРОБНИЦТВО ПИВА З ДОДАВАННЯМ НАСІННЯ КАНАБІСУ. *The 6th International scientific and practical conference "Topical issues of the development of modern science"*, м. Bulgaria, 12–14 лют. 2020 р. 2020. С. 639–647.

¹⁷ Production, digestibility and allergenicity of hemp (*Cannabis sativa* L.) protein isolates / G. Mamone et al. *Food Research International*. 2019. Vol. 115. P. 562–571. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.017>

¹⁸ Characterization of Lignanamides from Hemp (*Cannabis sativa* L.) Seed and Their Antioxidant and Acetylcholinesterase Inhibitory Activities / X. Yan et al. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2015. Vol. 63, no. 49. P. 10611–10619. URL: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05282>

¹⁹ Seed composition of ten industrial hemp cultivars approved for production in Canada / E. Vonapartis et al. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2015. Vol. 39. P. 8–12. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.11.004>

²⁰ Complexing hemp seed protein with pectin for improved emulsion stability / Y. Feng et al. *Journal of Food Science*. 2021. URL: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15810>

Визначено, що використання продуктів переробки насіння конопель у м'ясних продуктах комбінованого складу дозволяє отримати високі функціонально-технологічні показники фаршевих систем^{21,22}.

Однак вживання виключно рослинного білка включає ряд антихарчових факторів, зокрема наявність алкалоїдів різних фенольних сполук, фітинової кислоти. Іншими важливими факторами виступають хімотрипсин, лектин та інгібітори трипсину. Лектини порушують процес перетравлення білків, утворюючи комплекси з цукрами. Інгібітори протеази стійкі до активної кислотності шлункової кислоти та дії пепсину. Фітинова кислота взаємодіє з іншими поживними речовинами, що зменшує їх травлення²³.

Зважаючи на високу харчову цінність рослинної білоквмісної сировини та її перспективність у розробці м'ясних продуктів викликає необхідність нівелювати ризики при вживанні такої сировини, чого можливо досягти шляхом комбінування сировини.

Удосконалення групи заморожених напівфабрикатів викликає необхідність зважати на зміни викликані заморожуванням. Заморожування є термодинамічним процесом, що включає тепловий масообмін та фазовий перехід води у лід²⁴.

На процес проходження процесу заморожування значно впливають початкові характеристики сировини та їх попередня обробка. Розробка заморожених напівфабрикатів ставить необхідність пошуку інгредієнтів, що зможуть нівелювати структурні зміни під впливом низьких температур. У сучасних технологіях кріопротектори представлені цукрами, фосфатами та синтетичними антиоксидантами.

Використання натуральних кріопротекторів є одним із перспективних напрямів удосконалення заморожених напівфабрикатів. Сировиною, що виражає такі властивості здебільшого є білки та

²¹ The effect of freezing on the characteristics of semifinished products in a dough covering using non-conventional protein-containing raw materials / V. PasichnyI et al. *Animal Science and Food Technology*. 2021. Vol. 13, no. 1. P. 47–56. URL: [https://doi.org/10.31548/animal.13\(1\).2022.47-56](https://doi.org/10.31548/animal.13(1).2022.47-56)

²² Determining the nutritional value and quality indicators of meat-containing bread made with hemp seeds flour (*Cannabis sativa* L.) / N. Bozhko et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 4, no. 11(112). P. 58–65. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.237806>

²³ Advances in legume protein extraction technologies: A review / C. R. Eze et al. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2022. P. 103199. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103199>

²⁴ Water status in meat from pig breeds strongly differing in growth performances / G. Aboagye et al. *Food Chemistry*. 2020. Vol. 305. P. 125445. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125445>

полісахариди. Зокрема, м'ясних продуктах використовуються білки нуту²⁵.

Як білково полісахаридний комплекс, виражений позитивний ефект на структурні показники виявляє поєднання білків плазми крові, казеїнату натрію та суміш клітковини льону та подорожника у рівних пропорціях.

Кукурудзяний крохмаль широко використовуються в м'ясних продуктах, зокрема, як структуру утворювач та замітник жиру²⁶. Використання кукурудзяного крохмалю дозволяє покращити функціональні технологічні показники м'ясних продуктів. Використання модифікованих крохмалів дозволяє отримати продукт з високими фізико-хімічними властивостями у продуктах тривалого зберігання при заморожування²⁷.

На функціонально-технологічні показники продукту, окрім роду сировини та її характеристик значно впливає попередня підготовка. Вплив температури, ступінь подрібнення, гідратації та кислотність може змінювати ступінь вираження характеристик харчових інгредієнтів²⁸. Для рослинної сировини при використанні у м'ясних продуктах такою підготовкою може бути процес гідратації.

Серед перспективних способів проходження технологічної обробки є використання електрохімічних активованої води, зокрема з використанням католіту та аналіту.

Електрохімічно активована вода широко використовується у харчовій галузі. Зокрема, через її здатність пригнічувати ріст макроорганізмів, що позитивно впливає при проектуванні продуктів тривалого зберігання. Також визначено, що використання суміші електрохімічно активованої води у м'ясних продуктах має вплив на органолептичні властивості продукту^{29,30}.

²⁵ Chickpea protein hydrolysate as a novel plant-based cryoprotectant in frozen surimi: Insights into protein structure integrity and gelling behaviors / C. Wang et al. *Food Research International*. 2023. Vol. 169. P. 112871. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112871>

²⁶ Optimisation of cooking properties of healthier beef patties and quality evaluation during frozen storage / M. C. Romero et al. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2019. Vol. 13, no. 3. P. 1907–1916. URL: <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00109-4>

²⁷ Quality Characteristics of Beef Patties Prepared with Octenyl-Succinylated (Osan) Starch / M. F. Eshag Osman et al. *Foods*. 2021. Vol. 10, no. 6. P. 1157. URL: <https://doi.org/10.3390/foods10061157>

²⁸ Thermo-mechanical processing of plant proteins using shear cell and high-moisture extrusion cooking / S. H. V. Cornet et al. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2021. P. 1–18. URL: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1864618>

²⁹ Electrochemically-Activated Water Presents Bactericidal Effect Against Salmonella Heidelberg Isolated from Poultry Origin / D. E. Wilsmann et al. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2020. Vol. 17, no. 3. P. 228–233. URL: <https://doi.org/10.1089/fpd.2019.2682>

³⁰ Vinnikova, L. G., Pronkina K. V. THE CHANGES OF CHARACTERISTICS OF THE PORK WHOLE MUSCLE MEAT PRODUCTS WHILE USING THE ELECTROLYZED

З представлених даних видно, що удосконалення напівфабрикатів шляхом використання рослини сировини є актуальним, зокрема для продуктів, що піддаються тривалому зберіганню.

2. Розробка та дослідження напівфабрикатів у тістовій оболонці комбінованого складу

Для проведення досліджень розроблено 8 дослідних рецептур напівфабрикатів у тістовій оболонці. Дослідні рецептури включали біле м'ясо курчат-бройлерів, продукти переробки насіння конопель (протеїн або борошно), кукурудзяний крохмаль, що активувались електрохімічно активованою водою.

Таблиця 1

Рецептурний склад начинки для напівфабрикатів у тістовій оболонці

Сировина	Гідратація анолітом				Гідратація католітом			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Біле м'ясо курчат бройлерів, %	74	74	74	74	74	74	74	74
Протеїн насіння конопель гідратований 1:2	14	5	-	-	14	5	-	-
Борошно з насіння конопель гідратоване 1:2, %	-	-	14	5	-	-	14	5
Кукурудзяний крохмаль гідратований 1:2, %	6	15	6	15	6	15	6	15
Цибуля, %	6	6	6	6	6	6	6	6

Склад тіста, %: борошно пшеничне 58; яйця курячі 8 шт.; вода, 34. У тісті використовували католіт або аноліт відповідно до води, яка використовується для приготування начинки. Значення рН використовуваної електрохімічно активованої води: – аноліт 5,9 та католіт 9,7

Були проведені дослідження вмісту вологи у фарші до заморожування, фаршевій начинці після розморожування та окремо у тістовій оболонці. Результати дослідження вмісту вологи у фаршевій начинці представлені на рисунку 1.



Рис. 1. Значення вмісту вологи у фаршевій начинці напівфабрикатів у тістовій оболонці

Результати досліджень представлені на рисунку 1 вказують на те, що фаршеві системи до заморожування мали високий вміст вологи вище за 70%, що вказує на ефективність поєднання рецептурних складових з метою зв'язування вологи.

Після розморожування фаршеві системи знизили вологовміст. Найменшу втрату вологи, лише 0,55%, відзначено у зразку 1.

Зразок 1, що мав більшу частку протеїну, та зразок 6, який мав більшу частку крохмалю та пройшов гідратацію анолітом, демонстрували менші втрати вологи. У той же час, виявлено зворотній ефект при використанні католіту: зразки з більшою часткою крохмалю з протеїном з насіння конопель та зразок з більшою часткою борошна показали меншу втрату вологи. Це свідчить про ефективність варіювання використання електрохімічно активованої води, залежно від використовуваної сировини.

Окремо проводили визначення вмісту вологи у тістовій оболонці для напівфабрикатів. Результати досліджень представлені на рисунку 2.

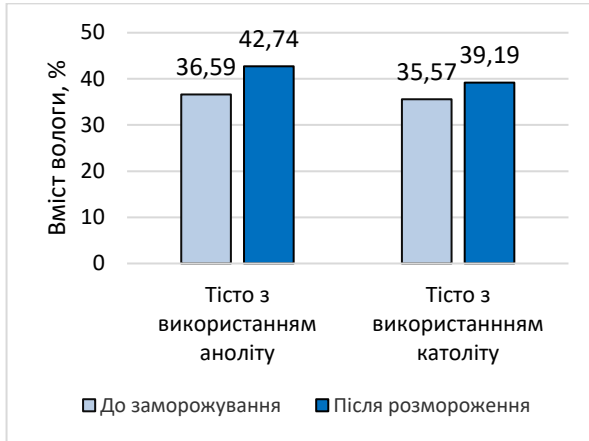


Рис. 2. Вміст вологи у тістовій оболонці для напівфабрикатів

Представлені на рисунку 2 результати досліджень показують, що початковий вміст вологи у тістовій оболонці нема значних відмінностей до заморожування, незалежно від електрохімічно активованої води.

Після розморожування вміст вологи збільшився, що вказує на перерозподіл в наслідок криогенного впливу. Вміст вологи у зразках збільшився не значно на 3,62% у зразку з використанням аноліту та 6,15% у зразку з використанням католіту.

Окрім вмісту вологи, важливим показником для продуктів є її зв'язаність, що визначається вологозв'язуючою здатністю. Визначення проводили у фаршевій начинці до заморожування та після розморожування. Отримані результати представлені на рисунку 3.

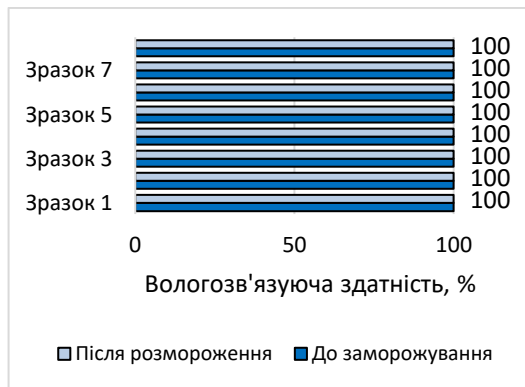


Рис. 3. Вологозв'язуюча здатність фаршевої начинки напівфабрикатів

З представленого рисунку 3 видно, що все модельні фарші з використанням продуктів пробки конопель та кукурудзяного крохмалю мали вологозв'язуючу здатність на рівні 100%, що свідчить про ефективність поєднання рослинної сировини у складі напівфабрикатів при заморожуванні.

Важливим при використанні електрохімічно активованої води у складі харчових продуктів є визначення її впливу на показники рН. Зміна рН в кислу чи лужно сторону значно впливає на ріст і розвиток бактерій, технологічні та органолептичні показники продукту. Дослідження значення рН у фаршевій начинці представлено на рисунку 4

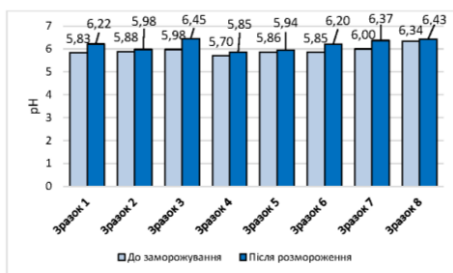


Рис. 4. Значення рН у фаршевій начинці для напівфабрикатів

Дослідження значень активної кислотності у зразках напівфабрикатів з використанням рослинної сировини та електрохімічно активованої води вказує, що всі зразки до заморожування мали цей показник в межах 5,70–6,34 рН. Використання аноліту або католіту не має виражений вплив на і характеристики у зразках з протеїном з насіння конопель. У зразках з борошном з насіння конопель активна кислотність при використанні католіту збільшилась на 0,14–0,49 рН порівняно зі зразком з однаковим рецептурним складом, але гідратованим католітом. Після розморожування всі зразки збільшили активну кислотність не значно. Найбільша зміна спостерігалась у зразках 6 та 7 з борошном з насіння конопель.

З метою визначення впливу електрохімічно активованої води на напівфабрикат в цілому, було проведено визначення активної кислотності у тістовій оболонці напівфабрикатів. Результати досліджень представлені на рисунку 5.

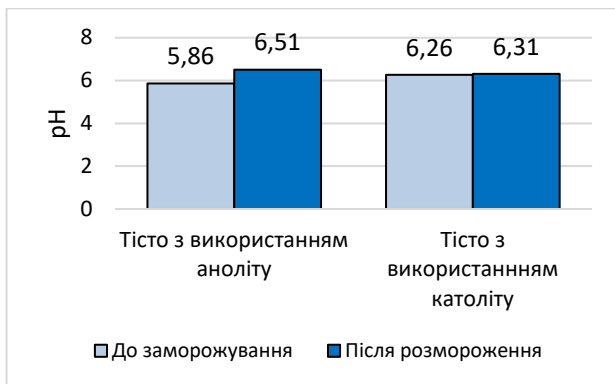


Рис. 5. рН тістової оболонки для напівфабрикатів

З аналізу рисунку 5 видно, що рівень рН у зразках тіста практично не залежить від активної кислотності води, що використовувалась. Проте після процесу розморожування відбувається підвищення рівня рН. Тісто у рецептурі якого використовували католіт, показало незначне зростання кислотності, тоді як зразок з анолітом показав підвищення кислотності на 0,65 рН.

При виробництві продуктів тривалого зберігання значна увага приділяється їх мікробіологічній безпечності. На початковому терміні зберігання було проведено дослідження мікробіологічних показників продуктів. Дослідження проводили за показниками загального вмісту МАФАНМ та наявністю бактерій групи кишкової палички та сальмонели. Дослідження враховували вимоги ДСТУ 4437:2005 Напівфабрикати м'ясні та м'ясорослинні січені. Технічні умови. Зі змінами та поправками.

Дані таблиці 2 підтверджують, що розроблені напівфабрикати відповідають вимогам щодо мікробіологічної безпеки. Показники фаршеїх начинок вказують на те, що використання електрохімічно активованої води має бактерицидну дію та сприяє отриманню безпечних продуктів. Порівнюючи показники різних рецептур, не було виявлено суттєвих відмінностей. Однак, загальна кількість бактеріального обміління у зразках з анолітом був незначно нижче. Патогенних мікроорганізмів виявлено не було.

**Загальна мікробіологічна оцінка фаршевої начинки
для напівфабрикатів**

Зразок	Показники		
	МАФАНМ, КУО/г, не більше	БГКП в 0,001 г	Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду сальмонела в 25 г продукту
Норма	1×10^7	Не дозволено	Не дозволено
Зразок № 1	$0,69 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 2	$0,65 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 3	$0,75 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 4	$0,71 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 5	$0,68 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 6	$0,68 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 7	$0,71 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 8	$0,74 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено

З метою визначення стабільності отриманих фаршевих систем проведено термографічний аналіз фаршевих начинок. Для досліджень обрано зразки 2; 4; 6 та 8. У складі цих зразків 15% кукурудзяного крохмалю і 5 продуктів переробки насіння конопель, гідратованих анолітом, або католітом

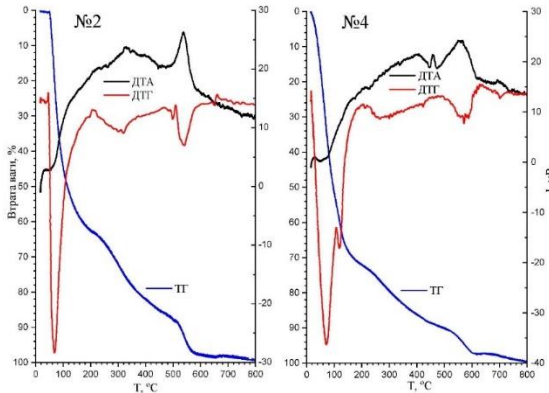


Рис. 6. Дериватографія фаршевої начинки для напівфабрикатів з використанням протеїну з насіння конопель

Аналізуючи зміни у дослідних зразках з однаковою рецептурою, але при різному середовищі гідратації, на рисунку 6, можна спостерігати, що піки максимальної швидкості втрати маси у зразках знаходяться в близьких межах температур, приблизно між 73 і 79 °С. Розглядаючи

зміну втрати маси на кривій ТГ видно, що для зразка з використанням католіту процес втрат починається за більш низьких температур.

Досліджуючи криву термогравіметрії (ТГ) для обох зразків, можна відзначити, що максимум втрати вологи приблизно відбувається при температурі близько 65 °С для обох випадків, але для зразка № 4 спостерігається додатковий максимум приблизно при 110 °С, що свідчить про краще утримання вологи цим зразком, обробленим католітом.

Також важливо відзначити відмінності на кривих диференційної термогравіметрії (ДТГ) у діапазоні температур 200–400 °С, що вказує на різницю в деструкції протеїну. Наприкінці, високі температурні максимуми приблизно 650 °С можуть бути віднесені до повного вигорання залишкового коксу або терморозкладу неорганічних сполук.

Крива ТГ також демонструє суттєві різниці, зокрема у долі втрати маси за рахунок видалення вологи до приблизно 180 °С, де для зразка № 2 вона складає близько 60%, тоді як для зразка № 4 – близько 72%, що свідчить про значно більшу вологоємність останнього.

На рисунку 7 представлено дослідження фаршевої начинки для напівфабрикатів з використанням борошна з насіння конопель.

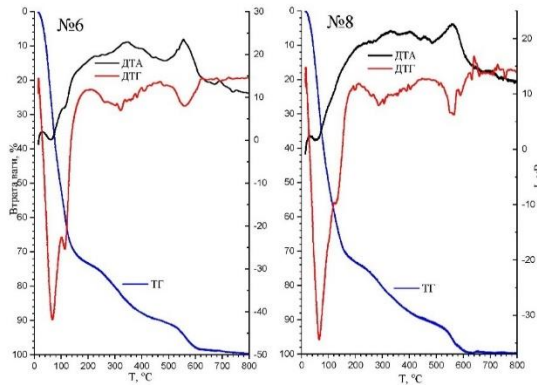


Рис. 7. Дериватографія фаршевої начинки для напівфабрикатів з використанням борошна з насіння конопель

З аналізу представленого рисунку 7 випливає, що зразки з використанням борошна з насіння конопель демонструють схожі криві зміни маси під час нагрівання, проте процес починається при нижчих температурах порівняно з іншими зразками. Піки швидкостей втрати маси у цих зразках спостерігаються в діапазоні 65–69 °С. Втрати маси за кривою ТГ у всіх зразках мають подібні значення.

Зміна швидкості втрати маси під час температурного впливу у зразках з використанням борошна з насіння конопель та аноліту показує три чіткі піки максимуму, в той час як у зразка з використанням католіту спостерігається три чіткі піки та один менш помітний. Для зразка з анолітом піки спостерігаються при температурах: 65 °С, 120 °С, 320 °С та 560 °С, для католіту – 60 °С, 130 °С, 280 °С та 560 °С. Це свідчить про те, що процеси під час нагрівання зразків з різними видами електрохімічно активованої води протікають неоднаково, проте температура кінцевого розпаду білків залишається в однакових межах.

Зміна кривої диференційної термогравиметрії (ДТГ) у порівнянних зразках є подібною та має один асиметричний ендотермічний максимум видалення води приблизно при 65 °С та два виражені піки під час нагрівання екзотермічні максимуми (розкладу протеїнів та їх повного згорання) при 340 °С та 560 °С для аноліту та католіту.

Отримані дані свідчать про те, що процеси перетворення, що відбуваються під дією нагрівання у структурі фаршевих систем, залежать як від використаної сировини, так і від характеристик використаної води. Зміна рН середовища має більш виражений вплив на дослідні зразки з використанням протеїну, де зразок з використанням католіту мав вищу температуру кінцевого перетворення, тоді як при використанні борошна обидва зразки мали близькі характеристики та температури перетворення.

3. Дослідження напівфабрикатів у тістовій оболонці після 12 місяців зберігання

Зберігання є критичним аспектом у технології виробництва заморожених м'ясних напівфабрикатів. Продукти, збережені при низьких температурах протягом тривалого часу, можуть зазнавати змін у своїх технологічних характеристиках. Вплив низьких температур спричиняє виморожування вологи з продукту та руйнування структур білка, що може призвести до втрати вологов'язуючих властивостей.

Проведено дослідження функціонально-технологічних властивостей напівфабрикатів у тістовій оболонці, які зберігались у вакуумному пакуванні протягом 12 місяців при температурі мінус 18 °С. Результати отриманих даних дослідження фаршевої начинки представлені у таблиці 3.

Таблиця 3

**Функціонально-технологічні показники фаршевих начинок
після 12 місяців зберігання**

Зразок	Досліджувані показники			
	Вміст вологи, %	ВЗЗт, %	ВЗЗа, %	pH
Зразок 1	73,31±0,21	100	100	5,80±0,25
Зразок 2	68,67±0,13	100	100	5,78±0,21
Зразок 3	63,89±0,32	100	100	5,85±0,34
Зразок 4	73,85±0,11	100	100	5,79±0,21
Зразок 5	68,59±0,29	100	100	5,75±0,06
Зразок 6	72,15±0,21	100	100	5,77±0,11
Зразок 7	73,10±0,34	100	100	5,83±0,18
Зразок 8	79,46±0,21	100	100	5,79±0,15

З отриманих даних таблиці 2 видно, що досліджувані зразки фаршевої начинки після зберігання виявили високий вміст вологи. Порівнюючи дані з таблиці, виявлено зниження вмісту вологи у зразках в межах 0,08–5,63%. Зміна вмісту вологи після зберігання була неоднорідною: у зразках з використанням протеїну більше вологи втратив зразок, де використовувався католіт з більшою часткою протеїну, а при використанні борошна аналогічний зразок з використанням аноліту. Ці дані свідчать про вплив вмісту білка у продукті на криостабільність зв'язаної вологи під час зберігання. Таким чином, кращою комбінацією є протеїн з анолітом, а католіт з борошном.

Вологозв'язуюча здатність фаршевої начинки після розморожування залишилась на рівні 100%, що свідчить про ефективність комбінованих рецептур у створенні криостабільних систем.

pH досліджуваних фаршевих начинок після 12 місяців зберігання вирівнявся до значень 5,75±0,06–5,85±0,34 незалежно від використовуваного середовища для гідратації, що свідчить про стабілізацію систем до нормальних показників для м'ясних продуктів.

Тісто є важливою складовою для напівфабрикатів у тістовій оболонці, що підкреслює необхідність окремого дослідження його властивостей. Досліджено вміст вологи та pH тістової оболонки після зберігання, результати якого представлені у таблиці 4.

Таблиця 4

Фізико-хімічні показники тістової оболонки після зберігання

Зразок	Показники	
	Вміст вологи, %	pH
Тісто з використанням аноліту	39,85±0,11	5,78±0,07
Тісто з використанням католіту	46,04±0,14	5,82±0,15

Результати у таблиці 3 вказують на нерівномірну зміну вмісту вологи у зразках протягом періоду зберігання. Використання аноліту призвело до зменшення вологовмісту, у той час як католіт збільшив його. Щодо зміни pH, вона відображає ті ж тенденції, що й для фаршевої начинки, і значення pH у обох зразках залишаються в межах норми для цього продукту.

Отримання даних про якість жиру у харчових продуктах є критичним для їх безпеки. Окислювання вважається однією з головних причин погіршення якості м'яса, особливо через вміст ненасичених жирів, наявність гема та складні фізико-хімічні процеси в м'язовій тканині. Окислювання може спричинити зміни у колірі, ароматі, смаку та текстурі м'яса, а також призвести до втрати харчової цінності. Контроль окислення є ключовим для забезпечення якості м'ясних продуктів та подовження їхнього терміну придатності³¹.

Результати аналізу кислотного числа для зразків фаршевої начинки та тіста після 12 місяців зберігання під вакуумом представлені на рисунку 8.



Рис. 8. Кислотне число дослідних зразків після 12 місяців зберігання

З отриманих результатів визначення кислотного числа на рисунку 8 видно, що значення у зразках фаршевої начинки коливаються в межах 3,21–4,24 мг КОН. Згідно з встановленими стандартами, тваринні жири

³¹ A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products / R. Domínguez et al. *Antioxidants*. 2019. Vol. 8, no. 10. P. 429. URL: <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>

сумнівної свіжості вважаються тими, у яких кислотне число знаходиться у діапазоні 3,5–5,0 мг КОН. З наших досліджень зразки № 2, 3, 5, 6 та 8 відповідають такому критерію. Порівнюючи зразки з використанням протеїну, помітно, що зразки з вмістом 15% кукурудзяного крохмалю у рецептурі мають менше значення кислотного числа. Найнижче значення кислотного числа виявлено в зразку з використанням аноліту, яке склало 3,31, тоді як обидва зразки з католітом показали значення, що попадають у діапазон сумнівної свіжості.

У найбільш ефективним виявилось поєднання більшої частки протеїну з анолітом, а в зразках з борошном та 5% кукурудзяного крохмалю, гідратованих католітом, зразок № 8 показав найнижче значення кислотного числа серед усіх зразків.

Важливо зазначити, що продукт вважається зіпсованим, якщо його кислотне число перевищує 5 мг КОН. Згідно з результатами досліджень, усі зразки після 12 місяців зберігання мали кислотне число, яке залишалося нижче 5 мг КОН.

Тісто, використане у напівфабрикатах, мало значення кислотного числа $1,25 \pm 0,03$ та $1,22 \pm 0,05$ мг КОН, що свідчить про незначний вплив процесів окислення на його складові.

Наступним етапом було визначення пероксидного числа жиру у продуктах. Цей показник є важливим індикатором ступеня окислення жирів та їхньої стійкості.

Результати досліджень пероксидного числа у фаршевій начинці для напівфабрикатів представлено на рисунку 9.

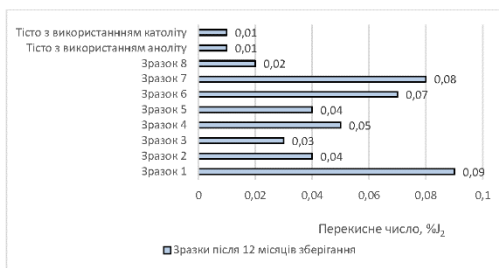


Рис. 9. Пероксидне число дослідних зразків після 12 місяців зберігання

З отриманих даних на рисунку 9 видно, що досліджені зразки фаршевих начинок мали досить низькі значення пероксидного числа до 0,08 % J₂. За нормами, продукти вважаються сумнівної свіжості, якщо їх пероксидне число перебуває в межах 0,07–0,1% J₂. З наших результатів видно, що всі зразки потрапляють у цей діапазон. Найнижче значення

пероксидного числа показав зразок № 8, де цей показник склав $0,02 \pm 0,01\%$ J_2 . Аналізуючи поєднання рецептурних складових з електрохімічно активованою водою, ми спостерігаємо аналогічні тенденції, що й при оцінці кислотного числа.

Дослідження тістової оболонки для напівфабрикатів показало, що пероксидне число у зразках становить $0,01 \pm 0,002\%$ J_2 , що свідчить про її якість.

Результатів оцінки якості жиру підтверджують, що після 12 місяців зберігання під вакуумом комбіновані напівфабрикати у тістовій оболонці можуть вважатися умовно придатними до вживання. Ці дані свідчать про можливість зберігати ці продукти протягом 6–9 місяців.

Дослідження мікробіологічних характеристик є ключовим етапом в оцінці безпеки харчових продуктів. У таблиці 5 наведені результати мікробіологічної оцінки напівфабрикатів після 12 місяців зберігання, що свідчить про стабільність та якість продукту протягом тривалого періоду часу. Ці дані дозволяють визначити рівень мікробіологічної чистоти продукту та переконатися в його відповідності нормативам безпеки харчових продуктів.

Таблиця 5

Загальна мікробіологічна оцінка фаршевої начинки після 12 місяців зберігання

Зразок	Показники		
	МАФАНМ, КУО/г, не більше	БГКП в 0,001 г	Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду сальмонела в 25 г продукту
Норма	1×10^7	Не дозволено	Не дозволено
Зразок № 1	$0,68 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 2	$0,65 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 3	$0,74 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 4	$0,72 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 5	$0,67 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 6	$0,67 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 7	$0,70 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 8	$0,74 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено

Дослідження напівфабрикатів, що зберігалися протягом 12 місяців у вакуумній упаковці при температурі мінус 18 °С, показало, що рівень мікробіологічного забруднення знаходився в межах норми, відповідно до встановлених стандартів. У продукті не було виявлено патогенних

або умовно патогенних мікроорганізмів. Це свідчить про мікробіологічну безпечність отриманого продукту.

Порівнюючи значення мікробіологічного забруднення після 12 місяців зберігання з початковими даними, можна зауважити, що кількість мікроорганізмів у продукті лишилась стабільною або знизилась на 0,1 КУО/г. Це підтверджує ефективність використання електрохімічно активованої води для збільшення термінів зберігання заморожених продуктів у вакуумі та при температурі не вище мінус 18 °С.

ВИСНОВКИ

За результатами досліджень функціонально-технологічних властивостей фаршевих систем та напівфабрикатів, виготовлених з використанням продуктів переробки насіння конопель та кукурудзяного крохмалю, гідратованих електрохімічно активованою водою на основі м'яса курчат-бройлерів, було виявлено, що запропоноване поєднання дає системи з високими характеристиками.

Використання гідратованого електрохімічно активованого водою кукурудзяного крохмалю в кількості 15% у виробництві фаршевих систем для заморожених напівфабрикатів дозволяє стабілізувати вологовміст та запобігти змінам у напівфабрикатах під впливом низьких температур.

Також було встановлено, що використання протеїну при виготовленні фаршевих систем, особливо з анолітом, призводить до покращення стабільності. У випадку напівфабрикатів, виготовлених з використанням борошна з насіння конопель, кращу стабільність спостерігається у поєднанні з католітом.

Визначено, що використання католіту дозволяє отримати термостабільну фаршеву систему з вищою температурою кінцевого перетворення.

За результатами досліджень продукту після 12 місяців зберігання виявлено, що розроблені продукти мають стабільні фізико-хімічні показники після 12 місяців зберігання. За показниками безпечності та якості жиру визначено, що розроблені продукти є умовно придатними до вживання.

На підставі отриманих результатів досліджень можна зробити висновок, що використання у складі рецептур заморожених напівфабрикатів кукурудзяного крохмалю та продуктів переробки насіння конопель, активованих з використанням електрохімічно активованої води дозволяє отримати продукти з високими функціонально-технологічними показниками, стабільними до температурного впливу.

АНОТАЦІЯ

В роботі представлено результати досліджень зміни функціонально-технологічних характеристик заморожених напівфабрикатів у тістовій оболонці залежно від рецептурного складу та способів активації сировини. На підставі проведених досліджень визначено, що використання продуктів переробки насіння конопель, кукурудзяного крохмалю та електрохімічно активованої води дозволяє стабілізувати вологовміст під дією низьких температур. Представлено результати термогравічного аналізу, що доводять можливість отримання термостабільних систем при використанні електрохімічно активованої води. Визначено, що після 12 місяців зберігання розроблені напівфабрикати є умовно придатними для вживання.

Література

1. Ultra-processed foods: what they are and how to identify them / C. A. Monteiro et al. *Public Health Nutrition*. 2019. Vol. 22, no. 5. P. 936–941. URL: <https://doi.org/10.1017/s1368980018003762>
2. Свистун Т. В., Туз К. В. Аналіз ринку заморожених напівфабрикатів України. *Економіка харчової промисловості*. 2017. Т. 9, № 2. С. 19–23.
3. Пасічний В. М., Божко Н. В., Шалда І. С. Оцінка функціонально-технологічних властивостей січених напівфабрикатів з м'ясом качки. *Харчова промисловість*. 2016. Т. 20. С. 55–60.
4. The study of lentil flour as a raw material for production of semi-smoked sausages / U. Drachuk et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 6, no. 11 (96). P. 44–50. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.148319>
5. Influence of partial pork meat replacement by pulse flour on physicochemical and sensory characteristics of low-fat burgers / N. S. Argel et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020. Vol. 100, no. 10. P. 3932–3941. URL: <https://doi.org/10.1002/jsfa.10436>
6. Crystallization Behavior and Quality of Frozen Meat / D. S. Dang et al. *Foods*. 2021. Vol. 10, no. 11. P. 2707. URL: <https://doi.org/10.3390/foods10112707>
7. Sustaining Protein Nutrition Through Plant-Based Foods / S. Langyan et al. *Frontiers in Nutrition*. 2022. Vol. 8. URL: <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.772573>.
8. A Sensory Study on Consumer Valuation for Plant-Based Meat Alternatives: What is liked and disliked the most? / G. Sogari et al. *Food Research International*. 2023. P. 112813. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112813>

9. Bessada S. M. F., Barreira J. C. M., Oliveira M. B. P. P. Pulses and food security: Dietary protein, digestibility, bioactive and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*. 2019. Vol. 93. P. 53–68. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.022>
10. de Souza Celente G., Sui Y., Acharya P. Seaweed as an alternative protein source: Prospective protein extraction technologies. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2023. P. 103374. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2023.103374>
11. Sustainable aquaculture and animal feed from microalgae – Nutritive value and techno-functional components / D. Nagarajan et al. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2021. Vol. 150. P. 111549. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111549>
12. Dietary nutrients in edible mushroom, *Agaricus bisporus* and their radical scavenging, antibacterial, and antifungal effects / R. Krishnamoorthi et al. *Process Biochemistry*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2022.06.021>
13. Biesiekierski J. R. What is gluten?. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. 2017. Vol. 32. P. 78–81. URL: <https://doi.org/10.1111/jgh.13703>
14. The composition, extraction, functionality and applications of rice proteins: A review / L. Amagliani et al. *Trends in Food Science & Technology*. 2017. Vol. 64. P. 1–12. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.01.008>
15. Oilseed proteins – Properties and application as a food ingredient / K. Kotecka-Majchrzak et al. *Trends in Food Science & Technology*. 2020. Vol. 106. P. 160–170. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.004>
16. Мукоїд Р. М., Лісовий М. А., Пархоменко А. М. Виробництво пива з додаванням насіння канабісу. *The 6th International scientific and practical conference "Topical issues of the development of modern science"*, м. Bulgaria, 12–14 лют. 2020 р. 2020. С. 639–647.
17. Production, digestibility and allergenicity of hemp (*Cannabis sativa* L.) protein isolates / G. Mamone et al. *Food Research International*. 2019. Vol. 115. P. 562–571. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.017>
18. Characterization of Lignanamides from Hemp (*Cannabis sativa* L.) Seed and Their Antioxidant and Acetylcholinesterase Inhibitory Activities / X. Yan et al. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2015. Vol. 63, no. 49. P. 10611–10619. URL: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05282>
19. Seed composition of ten industrial hemp cultivars approved for production in Canada / E. Vonapartis et al. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2015. Vol. 39. P. 8–12. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.11.004>

20. Complexing hemp seed protein with pectin for improved emulsion stability / Y. Feng et al. *Journal of Food Science*. 2021. URL: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15810>
21. The effect of freezing on the characteristics of semifinished products in a dough covering using non-conventional protein-containing raw materials / V. PasichnyI et al. *Animal Science and Food Technology*. 2021. Vol. 13, no. 1. P. 47–56. URL: [https://doi.org/10.31548/animal.13\(1\).2022.47-56](https://doi.org/10.31548/animal.13(1).2022.47-56)
22. Determining the nutritional value and quality indicators of meat-containing bread made with hemp seeds flour (*Cannabis sativa* L.) / N. Bozhko et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 4, no. 11(112). P. 58–65. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.237806>
23. Advances in legume protein extraction technologies: A review / C. R. Eze et al. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2022. P. 103199. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103199>
24. Water status in meat from pig breeds strongly differing in growth performances / G. Aboagye et al. *Food Chemistry*. 2020. Vol. 305. P. 125445. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125445>
25. Chickpea protein hydrolysate as a novel plant-based cryoprotectant in frozen surimi: Insights into protein structure integrity and gelling behaviors / C. Wang et al. *Food Research International*. 2023. Vol. 169. P. 112871. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112871>
26. Optimisation of cooking properties of healthier beef patties and quality evaluation during frozen storage / M. C. Romero et al. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2019. Vol. 13, no. 3. P. 1907–1916. URL: <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00109-4>
27. Quality Characteristics of Beef Patties Prepared with Octenyl-Succinylated (Osan) Starch / M. F. Eshag Osman et al. *Foods*. 2021. Vol. 10, no. 6. P. 1157. URL: <https://doi.org/10.3390/foods10061157>
28. Thermo-mechanical processing of plant proteins using shear cell and high-moisture extrusion cooking / S. H. V. Cornet et al. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2021. P. 1–18. URL: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1864618>
29. Electrochemically-Activated Water Presents Bactericidal Effect Against *Salmonella* Heidelberg Isolated from Poultry Origin / D. E. Wilsmann et al. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2020. Vol. 17, no. 3. P. 228–233. URL: <https://doi.org/10.1089/fpd.2019.2682>
30. Vinnikova, L. G., Pronkina K. V. The changes of characteristics of the pork whole muscle meat products while using the electrolyzed water. *Food Science and Technology*. 2016. Vol. 10, no. 2. URL: <https://doi.org/10.15673/fst.v10i2.151>

31. A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products / R. Domínguez et al. *Antioxidants*. 2019. Vol. 8, no. 10. P. 429. URL: <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>

Information about the authors:

Paichnyi Vasyl Mykolaiovych,

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Department of technology of meat and meat products
National University of Food Technologies,
68, Volodymyrska str., Kyiv, 01033, Ukraine

Marynin Andrii Ivanovych,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Head of the Laboratory Problem research laboratory
National University of Food Technologies
68, Volodymyrska str., Kyiv, 01033, Ukraine

Shubina Yevheniia Andriivna,

Postgraduate Student at the Department of Technology
of Meat and Meat Products
National University of Food Technologies
68, Volodymyrska str., Kyiv, 01033, Ukraine