



2025

НАУКОВІ ПРАЦІ

НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 31 № 6

*Журнал
«Наукові праці Національного університету харчових технологій»
видається з 1938 року*

КИЇВ ✦ НУХТ ✦ 2025

Articles with the results of fundamental theoretical developments and applied research in the field of technical and economic sciences are published in this journal. The scripts of articles are reviewed beforehand by leading specialists of corresponding branch.

The journal was designed for professors, tutors, scientists, post-graduates, students of higher education establishments and executives of the food industry.

Journal "Scientific Works of National University of Food Technologies" is included into the list of professional editions of Ukraine of technical (specialties — 121, 126, 133, 141, 144, 151, 162, 181) and economic sciences (specialties — 051, 073, 075), category "B" (Decree of MES of Ukraine #975 from July 11, 2019), where the results of dissertations for scientific degrees of PhD and candidate of science can be published.

The Journal "Scientific Works of National University of Food Technologies" is indexed by the following scientometric databases:

- Index Copernicus
- EBSCOhost
- Google Scholar

The Journal is recommended for publication of research results by the Ministry of Science and Higher Education of Poland.

Editorial office address:

National University of
Food Technologies
Volodymyrska str., 68,
building B, room 412
01601 Kyiv, Ukraine

Recommended for publication by the Academic Council of the National University of Food Technologies. Protocol No. 5 from 23th of December, 2025

© NUFT, 2025

У журналі публікуються статті за результатами фундаментальних теоретичних розробок і прикладних досліджень у галузі технічних та економічних наук. Рукописи статей попередньо рецензуються провідними спеціалістами відповідної галузі.

Для викладачів, наукових працівників, аспірантів, докторантів і студентів вищих навчальних закладів, керівників підприємств харчової промисловості.

Журнал «Наукові праці Національного університету харчових технологій» включено в перелік наукових фахових видань України з технічних (спеціальності — 121, 126, 133, 141, 144, 151, 162, 181) та економічних наук (спеціальності — 051, 073, 075), категорія «Б» (Наказ МОН України № 975 від 11.07.2019), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Журнал «Наукові праці Національного університету харчових технологій» індексується такими наукометричними базами:

- Index Copernicus
- EBSCOhost
- Google Scholar

Журнал рекомендовано Міністерством науки і вищої освіти Польщі для публікації результатів наукових досліджень.

Адреса редакції:

Національний університет
харчових технологій
вул. Володимирська, 68,
корпус Б, к. 412,
м. Київ, 01601

Рекомендовано вченою радою Національного університету харчових технологій. Протокол № 5 від 23 грудня 2025 року

© НУХТ, 2025

Редакційна колегія

Склад редакційної колегії журналу

«Наукові праці Національного університету харчових технологій»

Головний редактор

Editor-in-Chief

Олександр Шевченко

Oleksandr Shevchenko

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Відповідальний секретар

Managing secretary

Анастасія Шевченко

Anastasiia Shevchenko

д-р техн. наук, доц., Україна

Dr. Sc., As. Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Члени редакційної колегії:

Агота Гедре Райшене

Agota Giedre Raisiene

д-р екон. наук, Литва

Dr. Sc., Lithuanian Institute of Agrarian Economics,
Lithuania

Андрій Маринін

Andrii Marynin

канд. техн. наук, ст. наук. сп., Україна

Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Валерій Мирончук

Valerii Myronchuk

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Василь Кишенько

Vasyl Kyshenko

канд. техн. наук, доц., Україна

Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Василь Пасічний

Vasyl Pasichnyi

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

В'ячеслав Іващук

Vyacheslav Ivaschuk

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Віктор Стабніков

Viktor Stabnikov

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Володимир Зав'ялов

Volodymyr Zavialov

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Галина Поліщук

Halyna Polishchuk

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Герхард Шльонінг

Gerhard Schleining

д-р техн. наук, Австрія

Dr. Sc., Prof., University of Natural Resources, Austria

Дайва Лескаускайте

Daiva Leskauskaitė

д-р техн. наук, проф., Литва

Dr. Sc., Prof., Kaunas University of Technology, Lithuania

Кристина Сильва

Cristina L. M. Silva

д-р техн. наук, проф., Португалія

Dr.Sc., Prof., University de Catolica, Portuguesa

Лада Шірінян

Lada Shirinyan

д-р екон. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Лариса Арсеньева Larisa Arsenyeva	д-р техн. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Микола Костіков Mykola Kostikov	канд. техн. наук, доц., Україна Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Наталія Луцька Nataliia Lutska	канд. техн. наук, доц., Україна Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Оксана Скроцька Oksana Skrotska	канд. б. наук, доц., Україна Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Бутнік-Сіверський Oleksandr Butnik-Siverskyi	д-р екон. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Гавва Oleksandr Gavva	д-р техн. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олена Драган Olena Dragan	д-р екон. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олена Стабнікова Olena Stabnikova	канд. техн. наук, доц., Україна Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Ольга Петухова Olga Pietukhova	д-р екон. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Паола Піттія Paola Pittia	д-р техн. наук, проф., Італія Dr. Sc., Prof., University of Teramo, Italy
Світлана Бондаренко Svitlana Bondarenko	д-р хім. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Світлана Літвинчук Svitlana Lityunchuk	канд. техн. наук, доц., Україна Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Сергій Чумаченко Serhii Chumachenko	д-р техн. наук, ст. наук. сп., Україна Dr. Sc., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Сергій Балута Sergii Baluta	д-р техн. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Сергій Грибков Sergii Hrybkov	д-р техн. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Хууб Леліевельд Huub Lelieveld	д-р наук, проф., Нідерланди Dr. Sc., Prof., Founder of the Global Harmonization Initiatives, the Netherlands

Автоматизація та інформаційні технології

Мельник В. С., Смітюх Я. В. Імітаційне моделювання конвективної сушарки періодичної дії як об'єкта керування

Безпека харчових продуктів і виробництв

Євтушенко О. В., Сірик А. О., Литвинчук С. І., Маринін А. І., Святненко Р. С. Забезпечення якості та безпечності продуктів бджільництва в умовах євроінтеграції

Біотехнології

Воронцов О. О., Стабніков В. П. Інтенсифікація метаногенезу шляхом попередньої обробки сировини

Скροцька О. І., Жолобка О. В. Наночастинки селену в харчовій промисловості та сільському господарстві: сучасний стан досліджень, перспективи та нормативна база ЄС

Гіріна А. С., Грегірчак Н. М. Розвиток ресурсозберігаючих технологій валоризації яблучних відходів у виробництві ферментованих напоїв: перспективи сталого розвитку в Україні

Механічна та електрична інженерія

Булій Ю. В. Моделювання фазової рівноваги в системі етиловий спирт—вода для оптимізації роботи брагоректифікаційних установок

Балиута С. М., Копилова Л. О., Жуков М. Ю. Автоматизоване керування зарядкою електромобілів з оптимізацією оплати за електричну енергію

Мусійчук В. М., Гавва О. М., Чепелик О. М., Чепелик О. О. Багатокритеріальне оцінювання технічного рівня обладнання для наповнення оболонок в'язко-пластичними харчовими масами

Чубенко В. В., Іващенко Н. В., Бондар В. І. Перспективи вдосконалення батарей Карно для довготривалого зберігання відновлюваної енергії

Запорожець Ю. В., Зав'ялов В. Л., Сатіга В. Я., Шпак В. В. Вплив електроіскрових розрядів на властивості сокостружкової суміші при віброекстрагуванні з некондиційної бурякомаси

Automation and information technologies

8 *Melnyk V., Smityukh Y.* Simulation modeling of a batch convective dryer as a control object

Food Products and Manufacturing Safety

23 *Yevtushenko O., Siryk A., Litvynchuk S., Marynin A., Svyatnenko R.* Ensuring the quality and safety of beekeeping products in the conditions of european integration

Biotechnologies

41 *Vorontsov O., Stabnikov V.* Intensification of methanogenesis through pre-treatment of raw material

60 *Skrotska O., Zholobko O.* Selenium nanoparticles in the food industry and agriculture: current status of research, prospects and EU regulatory framework

77 *Hirina A., Hrehirchak N.* Development of resource-saving technologies for the valorization of apple waste in the production of fermented beverages: prospects for sustainable development in Ukraine

Mechanical and Electrical Engineering

88 *Buliy Yu.* Modelling of phase equilibrium in the ethyl alcohol-water system for optimising the operation of distillation plants

99 *Baliuta S., Kopylova L., Zhukov M.* Automated control of electric vehicle charging with optimization of electricity payment

115 *Musiichuk V., Gavva O., Chepeliuk O., Chepeliuk O.* The multi-criterion evaluation of the technical level of equipment for filling shells with visco-plastic food mass

126 *Chubenko V., Ivashchenko N., Bondar V.* Advancing Carnot batteries for long-duration renewable energy storage

147 *Zaporozhets Yu., Zavalov V., Sapiga V., Shpak V.* The effect of electric spark discharges on the properties of the juice-pulp mixture during vibroextraction from substandard beet mass

- Туфєкчі В. І., Токарчук С. В., Гавва О. О., Мирончук В. Г.* Інтелектуальні методи локалізації об'єктів у робототехнічних системах 161 *Tufekchi V., Tokarchuk S., Gavva O., Myronchuk V.* Intelligent methods of object localisation in robotic systems
- Запорожець О. В., Володін С. О., Савчук О. С., Марценкевич Л. В.* Системний аналіз та оптимізація динамічних характеристик безклапанних дозаторів напірного типу 175 *Zaporozhets O., Volodin S., Savchuk O., Martynkevych L.* System analysis and optimization of dynamic characteristics of valveless pressure-type dispensers

Харчові технології

- Шевченко А. О., Загорулько А. М.* Вплив способів внесення поропку топінмбура в тісто з фруктозою для хлібобулочних виробів на показники їхньої якості 189 *Shevchenko A., Zahorulko A.* Influence of methods of adding artichoke powder into dough with fructose for bakery products on their quality indicators
- Ощукот І. М.* Порівняльний аналіз цінності свинячих туш на основі сучасних методів та інструментів оцінювання якості 201 *Oshchypok I.* Comparative analysis of the value of pork carcasses based on modern methods and quality assessment tools
- Юкало В. Г., Дацішин К. Є., Левін Д. С.* Комбінація декстранових гелів для виділення лактоферину з сироватки молока гелі-фільтрацією в нативних умовах 216 *Yukalo V., Datsyshyn K., Levin D.* Combination of dextran gels for the obtaining of lactoferrin from milk whey by gel filtration in native conditions
- Котляр Є. О., Єгоров Б. В.* Натуральні харчові добавки з виноградного насіння та ядер кісточкових фруктів 226 *Kotliar Ye., Iegorov B.* Natural food supplements from grape seeds and stone fruit kernels
- Карпетян А. А., Поварова Н. М.* Інноваційна білкова добавка як елемент оптимізації рецептури рубаних м'ясних напівфабрикатів 247 *Karapetian A., Povarova N.* Innovative protein additive as a component for optimizing the formulation of minced meat semi-finished products
- Сімахіна Г. О., Науменко Н. В.* Ягоди шовковиці: оздоровчі ефекти біокомпонентів та мінімізація їх втраг при зберіганні 268 *Simakhina G., Naumenko N.* Mulberries: the healthy effects of biocomponents and minimizing their losses during storage
- Носенко Т. Т., Клименко О. С.* Синергічна дія антиоксидантів бутилгідрокситолуолу та бутилгідроксанизолу на окиснювальну стабільність соєвої олії 285 *Nosenko T., Klymenko O.* Synergic effect of antioxidant butylhydroxytoluene and butylhydroxyanisole on the soybean oil oxidation stability
- Луканін О. С., Мельник Н. Б.* Формування ароматичного комплексу плодкових дистилатів (на прикладі Вінницької обл.) 295 *Lukanin O., Melnyk N.* Formation of the aromatic complex of fruit distillates (based on the example of Vinnytsia region)
- Махінко В. М., Грищенко А. М., Махінко Л. В., Костюк А. І.* Оцінювання структури хліба: огляд основних методик та їх застосування 307 *Makhynko V., Hryshchenko A., Makhynko L., Kostyuk A.* Evaluation of bread structure: a review of principal methods and their applications
- Страшинський І. М., Пергат О. А.* Дослідження впливу пшеничної клітковини на властивості м'ясних і м'ясомістких котлет-бургерів 326 *Strashynskiy I., Perhat O.* Influence of wheat fiber on the properties of meat and meat-containing burger patties
- Білик О. А., Бурченко Л. М., Бондаренко Ю. В., Красівська С. П.* Застосування Muntons maltichoc dried regular як натурального барвника та смако-ароматотворюючого інгредієнта в технології тостового хліба 335 *Bilyk O., Burchenko L., Bondarenko Yu., Kraievskaya S.* Application of Muntons maltichoc dried regular as a natural colorant and flavor-forming ingredient in toast bread technology

Food Technologies

Шидакова-Камениука О. Г., Шкляев О. М., Загорулько О. Є., Черевко О. І., Касабова К. Р. Оцінка якості кремово-збивних цукерок з насінням чіа в процесі зберігання 353 *Shydakova-Kameniuka O., Shklyaiiev O., Zagorulko O., Cherevko O., Kasabova K.* Evaluation of the quality of cream-whipped candies with chia seeds during storage

УДК 637.5/05

INFLUENCE OF WHEAT FIBER ON THE PROPERTIES OF MEAT AND MEAT-CONTAINING BURGER PATTIES

I. Strashynskiy, <https://orcid.org/0009-0006-6834-6990>

O. Perhat, <https://orcid.org/0000-0003-3616-1327>

National University of Food Technologies

Key words:

*Dietary fiber
Meat and meat-containing systems
Minced semi-finished products
Burger patties
Functional and technological properties*

Article history:

Received 11.11.2025

Received in revised form 26.11.2025

Accepted 17.12.2025

Corresponding author:

I. Strashynskiy

E-mail:

sim2407@ukr.net

Citation: Страшинський І. М., Пергат О. А. (2025). Дослідження впливу пшеничної клітковини на властивості м'ясних і м'ясомістких котлет-бургерів. *Наукові праці НУХТ*, 31(6), 326—334. DOI: 10.24263/2225-2924-2025-31-6-24

ABSTRACT

Dietary fibers are incorporated into formulations as an ingredient to improve the functional and technological properties of meat and meat-containing systems, such as water-holding and fat-holding capacity, gel-forming ability, fat-binding ability, and the ability to increase viscosity. In addition, dietary fibers naturally present in various sources such as cereals, legumes, fruits, and vegetables play an important physiological role for consumer health. They contribute to lowering cholesterol levels and blood pressure, improving blood glucose control in case of diabetes, positively influencing weight loss, as well as reducing the risk of cancer.

The aim of the study was to determine the influence of different amounts of wheat fiber on meat and meat-containing minced systems when replacing meat raw materials (beef and pork fat) in burger patties with hydrated wheat fiber. Wheat fiber Vitacel® WF 200 in amounts of 1.25%, 3.0%, 4.5%, and 6.0% was added to the minced systems after preliminary hydration in a ratio of 1:6.

The chemical composition, caloric value, and technological parameters of the burger patties after cooking were examined. The results indicated that increasing the content of wheat fiber in the formulations reduced the lipid and protein content in the samples. Conversely, the moisture content increased in proportion to the amount of added hydrated wheat fiber.

The introduction of hydrated wheat fiber Vitacel® into the experimental burger patty mixes and the reduction of meat raw material content did not significantly affect the pH value or cooking loss. The use of wheat fiber in meat minced systems reduced shrinkage during cooking of formed burger patties, which positively affected the quality of cooked meat and meat-containing minced semi-finished products.

DOI: 10.24263/2225-2924-2025-31-6-24

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПШЕНИЧНОЇ КЛІТКОВИНИ НА ВЛАСТИВОСТІ М'ЯСНИХ І М'ЯСОМІСТКИХ КОТЛЕТ-БУРГЕРІВ

І. М. Страшинський, <https://orcid.org/0009-0006-6834-6990>

О. А. Пергат, <https://orcid.org/0000-0003-3616-1327>

Національний університет харчових технологій

Харчові волокна включають у рецептури як інгредієнт для підвищення таких функціонально-технологічних властивостей м'ясних і м'ясомістких систем, як вологоутримувальна і жируутримувальна здатність, гелеутворююча здатність та здатність зв'язувати жир і підвищувати в'язкість. Крім того, харчові волокна, що природно присутні в різних джерелах злаків, бобових, фруктів та овочів, відіграють важливу фізіологічну роль для здоров'я споживачів. Вони сприяють зниженню рівня холестерину та артеріального тиску, покращенню контролю глюкози в крові при діабеті, позитивно впливають на втрату маси тіла, а також знижують ризик онкозахворювань.

Мета дослідження — визначення впливу різної кількості пшеничної клітковини на м'ясні і м'ясомісткі системи посічених напівфабрикатів при заміні м'ясної сировини (яловичини та сала) в котлетах-бургерах гідратованою пшеничною клітковиною. Пшеничну клітковиною Vitacel® WF 200 у кількості 1,25, 3,0, 4,5 та 6,0% вносили у фарші після попередньої гідратації у співвідношенні 1:6.

Досліджено хімічний склад, калорійність і технологічні параметри котлет-бургерів після доведення до кулінарної готовності. Результати досліджень свідчать про те, що зі збільшенням вмісту в рецептурах пшеничної клітковини знижується вміст ліпідів і білка у зразках. І навпаки, вміст вологи збільшувався відповідно до кількості доданої гідратованої пшеничної клітковини.

Внесення гідратованої пшеничної клітковини Vitacel® у дослідні фарші котлет-бургерів і зниження вмісту м'ясної сировини суттєво не вплинуло на показник рН та втрату маси при термообробленні. Використання пшеничного волокна у м'ясних фаршах зменшує усадку під час доведення до кулінарної готовності сформованих котлет-бургерів, що позитивно впливає на якість доведених до кулінарної готовності м'ясних і м'ясомістких посічених напівфабрикатів.

Ключові слова: харчові волокна, м'ясні і м'ясомісткі системи, посічені напівфабрикати, котлети-бургери, функціонально-технологічні властивості.

Постановка проблеми. Важливе місце у харчуванні займає широкий асортимент м'ясних виробів, який забезпечує організм людини поживними речовинами, включаючи амінокислоти, жирні кислоти, мікроелементи та вітаміни. М'ясо та м'ясні продукти є дуже складними структурами, які мають характерну текстуру, органолептичні показники та харчову цінність.

Для того, щоб надати схожі властивості м'ясомістким продуктам і покращити структурні властивості м'ясних виробів існує необхідність використання в рецептурах цих продуктів структуроформуючих функціональних компонентів. Наприк-

лад, функція міофібрилярних м'язових білків полягає в побудові текстури та іммобілізації вологи в м'ясі (Lei. & Xiong, 2020). Аналогічну роль в м'ясомістких продуктах, а також м'ясних аналогах виконують вуглеводні полімери (Schreuders et al., 2019; Гречко et al., 2019; Страшинський. & Пергат, 2024). До них відносяться інгредієнти, що належать до трьох груп: рослинні волокна, крохмаль і полісахариди та їх похідні. Ці інгредієнти відповідають за покращення текстури, зв'язування вологи в продукті та зменшення синерезису (McClements. & Grossmann, 2021; Morimoto, 2025; Mehta et al., 2015; Dekkers et al., 2018; Cui et al., 2022).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Незалежно від ступеня подрібнення м'ясної сировини (гетерогенна або гомогенна структура цільном'язових виробів практично не містять харчових волокон, незважаючи на використання спецій, в яких може бути певна кількість клітковини (Delgado-Ospina et al., 2021), тому використанню харчових волокон у технології м'ясопродуктів, в тому числі м'ясомістких посічених напівфабрикатів, приділяється значна увага. Це обумовлено підвищенням функціональних властивостей та органолептичних характеристик, покращенням харчової цінності й необхідністю задоволення потреб і уподобань споживачів, що сприяє збільшенню застосування харчових волокон у рецептурах м'ясних виробів (Das et al., 2020).

Використання певного виду клітковини у м'ясопродуктах обумовлює ряд факторів, зокрема технологічних властивостей (таких як концентрація, розмір частинок, здатність утримувати вологу та здатність до набухання), фізико-хімічних властивостей (показник рН, антиоксидантна активність, прооксидантна активність, склад і тип клітковини — розчинна/нерозчинна), а також сенсорних властивостей (Delgado-Ospina et al., 2021; Han. & Bertram, 2017). Властивості нем'ясних інгредієнтів, особливо харчових волокон, формують функціональні, сенсорні, кольорні й текстурні зміни в структурі продукту, які необхідно брати до уваги під час розробки технологічного процесу.

При виборі типу клітковини потрібно враховувати структуру продукту та конкретні виробничі процеси. М'ясопродукти з подрібненою структурою, особливо емульговані продукти, містять відносно велику кількість жиру (20—35%), представленого переважно свинячим жиром (Corimayhua-Silva et al., 2024). Роль жиру в цих продуктах полягає у сприянні стабільності м'ясної емульсії, зменшенні втрат при термообробленні, покращенні текстури та соковитості готових виробів (Zhao et al., 2018). У численних дослідженнях використання харчових волокон розглянуто з точки зору зниження вмісту жиру та покращення якісних показників широкого асортименту м'ясопродуктів.

Для дорослих рекомендована допустима кількість харчових волокон становить 28—36 г/день, 70—80% з яких має становити нерозчинна клітковина (Страшинський. & Пергат, 2024). Нерозчинна фракція харчових волокон пов'язана з регуляцією кишечника, тоді як розчинна клітковина пов'язана зі зниженням рівня холестерину та всмоктуванням кишкової глюкози. Отже, включення харчових волокон у рецептури м'ясних і м'ясомістких продуктів допоможе підвищити їхню привабливість для споживачів.

Харчові волокна містяться в клітинній стінці рослин, які не перетравлюються організмом у шлунково-кишковому тракті людини, оскільки для цього в організмі відсутній специфічний фермент. Завдяки своїм функціональним

властивостям харчові волокна знижують ризик серцево-судинних захворювань, діабету, гіпертонії, ожиріння та деяких шлунково-кишкових захворювань, проявляють протиракову захисну дію.

Фізико-хімічні властивості харчових волокон, такі як розмір частинок, в'язкість і вологоутримувальна здатність, є добре відомими ознаками сенсорної якості певного продукту харчування з додаванням клітковини, яка знижує відчуття голоду. Крім того, важливою функціональною характеристикою клітковини є її висока вологоутримувальна здатність у м'ясних системах, що підвищує соковитість готових виробів і знижує втрати при зберіганні й доведенні до кулінарної готовності (Nielsen et al., 2018; Kehlet et al., 2017).

Препарат WF 200 Вітацел® — це білий дрібнозернистий концентрат пшеничних волокон, що має нейтральний смак і використовується для збагачення харчовими волокнами, зменшення вмісту жиру, покращення текстури та контролю міграції вологи у готових виробках. Продукт може використовуватися у м'ясних продуктах, містить 94,5% нерозчинної клітковини та 2,5% розчинної клітковини, має довжину 250 мкм і товщину 25 мкм, складається з 74% целюлози, 26% геміцелюлози та 0,5% лігніну (Vitacel® WF Wheat Fiber).

Мета дослідження: дослідити вплив використання в технології посічених напівфабрикатів різної кількості пшеничної клітковини, що замінює м'ясну сировину (яловичину та сало) в котлетах-бургерах, виготовлених за традиційною технологією, на хімічний склад, калорійність і технологічні показники котлет-бургерів.

Матеріали і методи. Використано попередньо гідратовану у співвідношенні 1:6 пшеничну клітковину Вітацель® WF 200 в кількості 1,25, 3,0 4,5 та 6,0%. Заміни м'ясної сировини, що використовуються в дослідженні, були обрані відповідно до вимог мінімальних специфікацій якості і забезпечують при використанні 6,0% клітковини в рецептурах отримання м'ясомістких зразків, а при використанні 1,25, 3,0 і 4,5% клітковини — отримання зразків м'ясних напівфабрикатів.

Хімічний склад котлет-бургерів, виготовлених з різним вмістом клітковини, визначали згідно з (Сухенко та ін., 2019). Калорійність розраховували за формулою:

$$\text{Калорії}=(C \cdot 4)+(P \cdot 4)+(F \cdot 9), \quad (1)$$

де С — вміст вуглеводів (г/100 г); Р — вміст білка (г/100 г); F — вміст жиру (г/100 г).

Визначення рН фаршу та готових виробів проводили на лабораторному рН-метрі. Величину рН визначали у водяній витяжці, отриманій при екстрагуванні сирого фаршу або готового продукту в співвідношенні з розчинником (водою) 1:10.

Втрати при термооброблені V_T розраховували за формулою:

$$V_T(\%) = \left(\frac{M_0 - M_1}{M_0} \right) \times 100, \quad (2)$$

де M_0 і M_1 маса зразків, які зважували на технічних вагах з точністю 0,01 г до та після термооброблення.

Зменшення діаметра ΔD було розраховано за формулою:

$$\Delta D(\%) = \frac{D_0 - D_1}{D_0} \times 100. \quad (3)$$

де D_0 і D_1 діаметр зразків (з точністю 0,1 см) до та після термооброблення; ΔD — зменшення діаметра.

Аналізи проводили у трьох повторностях. Оцінка похибки експериментальних даних і вимірюваних величин здійснювалась за загальноприйнятими методами.

Викладення основних результатів дослідження. Сировиною тваринного походження для виготовлення посічених напівфабрикатів було яловиче і свиняче сало та інші інгредієнти: пшенична клітковина Vitacel® WF 200, вода, кухонна сіль, безфосфатний комплекс активних стабілізаторів і приправа «Бургер». Виготовлення контрольного і дослідних зразків посічених напівфабрикатів котлет-бургерів відпрацьовано в лабораторії кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів НУХТ та у виробничій лабораторії ТОВ «Фудтек». Технологічний процес передбачав такі етапи: підготовка та подрібнення нежирної м'ясної сировини (яловичини) на м'ясорубці з діаметром отворів 12—16 мм: попередня гідратація пшеничної клітковини з розрахунку одна частина клітковини на кожні шість частин води (1 г клітковини : 6 г води) згідно з рекомендаціями виробника. Приготування м'ясного фаршу передбачало:

- 1-й етап — перемішування яловичини з внесенням розчину безфосфатного комплексу активних стабілізаторів (БКАС) і кухонної солі та гідратованої клітковини Vitacel® WF 200 протягом 8—10 хв до повного поглинання вологи й отримання однорідної маси, яку витримували для дозрівання 90—120 хв при температурі 2 ± 2 °С:

- 2-й етап — внесення жирної сировини і перемішування протягом 4—5 хв: повторне подрібнення м'ясного фаршу на м'ясорубці з діаметром отворів решітки 5 мм, після чого готовий фарш залишали на експозицію протягом 15—20 хв для стабілізації білкових зв'язків і рівномірного розподілу інгредієнтів при температурі 2 ± 2 °С; формування напівфабрикатів для бургерів вручну.

Для дослідження впливу пшеничної клітковини на м'ясну фаршеву систему клітковину Vitacel® WF 200 вносили після попередньої гідратації, виготовляли контрольний і дослідні зразки посічених напівфабрикатів згідно з рецептурами, наведеними в табл. 1. Зменшення вмісту жиру та м'яса в рецептурах провели таким чином, щоб підтримувати співвідношення одна частина жиру на кожні чотири частини м'яса (1 г жиру : 4 г м'яса).

Таблиця 1. Рецептури контрольного і дослідних зразків бургерів «Яловичі»

№ п/п	Складові компоненти	Контрольний зразок за ТУ У 10.1-34485173-009:2013, %	Дослідний зразок № 1, %	Дослідний зразок № 2, %	Дослідний зразок № 3, %	Дослідний зразок № 4, %
1.	Яловичина жилована 2 сорту	80	71,6	63,2	54,8	46,4
2.	Сало свинини бокове або обрізки сала	20	17,9	15,8	13,7	11,6
3.	Клітковина	—	1,5	3,0	4,5	6,0

Продовження таблиці 1

4.	Вода на гідратацію клітковини	—	9	18	27	36
Допоміжна сировина						
5.	Кухонна сіль	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
6.	Приправа «Бургер»	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
7.	Харчові фосфати	0,3	—	—	—	—
8.	БКАС	—	0,8	0,8	0,8	0,8
9.	Технологічна волога	7	7	7	7	7

Наведена заміна м'ясної сировини гідратованою пшеничною клітковиною забезпечила пропорційне зменшення кількості м'яса та жиру в кожній рецептурі. Як допоміжну сировину використано кухонну сіль, приправу «Бургер», для контрольного зразка харчові фосфати. Для дослідних зразків вносили БКАС згідно з патентом на корисну модель № 160690 (Страшинський та ін., 2025), який для рівномірного розподілення в м'ясній системі використовували у вигляді розчину. Контрольний зразок виготовлений без використання клітковини.

Котлети-бургери доводили до кулінарної готовності при температурі 180 °C до досягнення в геометричному центрі зразків 75 °C (перевертаючи кожен бургер кожні 2 хв).

Результати визначення хімічного складу (вміст білка, ліпідів, золи та вологи) й енергетичної цінності яловичих бургерів з гідратованою пшеничною клітковиною наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Хімічний склад і калорійність котлет-бургерів, виготовлених з різним вмістом клітковини Vitacel®

Зразки бургерів	Масова частка, %				Енергетична цінність, ккал
	білка	жиру	золи	вологи	
Контрольний зразок	18,21±0,55	17,44±0,41	2,72±0,03	61,67±0,39	230,94±2,95
Дослідний зразок № 1	15,57±0,54	14,02±1,31	2,51±0,15	65,52±1,31	198,04±13,76
Дослідний зразок № 2	14,09±0,44	12,81±0,77	2,56±0,03	66,65±0,57	187,14±7,32
Дослідний зразок № 3	11,59±0,22	9,51±0,89	2,47±0,04	69,75±0,92	158,66±10,06
Дослідний зразок № 4	9,89±0,49	8,44±0,43	2,45±0,04	71,26±0,79	147,26±5,33

Додавання гідратованої пшеничної клітковини до фаршів котлет-бургерів суттєво вплинуло на вміст ліпідів і білків: зі збільшенням клітковини знижується кількість ліпідів і білка у зразках. Щодо вмісту золи, то суттєвих відмінностей між варіантами не виявлено. Зниження вмісту білка та жиру можна пояснити відповідним зменшенням кількості м'яса та свинячого жиру в дослідних зразках (табл. 1). Вміст вологи у зразках збільшується при внесенні гідратованого пшеничного волокна. Подібні результати описані в (Choe et al.,

2013), де підтверджено значне підвищення вмісту вологи в дослідних м'ясо-продуктах, але вміст золи внаслідок збільшення кількості клітковини не змінювався. Крім того, ці автори зазначили, що зменшення вмісту жиру та збільшення вмісту білка були пов'язані зі збільшенням частки пшеничної клітковини. Автори (Choi et al., 2009) стверджують, що вміст вологи у свинячих фаршах збільшився, а вміст жиру зменшився завдяки заміні свинячого сала комбінацією клітковини рисових висівок (2%) та рослинних олій (10%). Натомість ці автори також повідомили про вищий вміст білка у фарші, виготовленому з рослинної олії та суміші клітковини рисових висівок, ніж у контрольних зразках фаршу з м'ясної сировини.

Слід звернути увагу на зниження в дослідному зразку № 1 вмісту ліпідів порівняно з контрольним зразком котлет-бургерів на 19,63%. Також зниження спостерігалось в дослідних зразках № 2 на 26,79%, № 3 — на 45,51%, №4 — на 51,80% порівняно з контрольним виробом. Таке різке зниження ліпідів дозволяє виробляти продукт з нижчою калорійністю, а отже, він може бути альтернативою висококалорійній їжі для харчування людей, які хочуть зменшити кількість споживаних калорій або збільшити частку нерозчинної клітковини у своєму раціоні.

Щодо калорійності яловичих бургерів з додаванням гідратованої пшеничної клітковини (табл. 2), то калорійність коливалася від 147,26 (високий вміст клітковини) до 230,94 ккал/100 г (контрольний зразок). Результати цього дослідження показали, що включення різної кількості пшеничної клітковини до рецептури яловичих бургерів впливає на калорійність, в результаті чого вони ставали виробами з меншим джерелом енергії.

Зниження калорійності між контрольним зразком і зразком з вмістом 1,5% клітковини становить на 14,2%. При порівнянні контрольних зразків бургерів з іншими варіантами дослідних зразків було отримано зниження на 19% для зразка № 2, на 31,1% — для зразка з вмістом клітковини 4,5%, на 36,2% — для зразка №4 з вмістом 6% клітковини в рецептурі.

Результати технологічних параметрів (значення рН, втрати при термообробленні, зменшення діаметра) наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Результати технологічних параметрів котлет-бургерів, виготовлених з різним вмістом клітковини і води

Фізико-хімічні показники	Зразки бургерів				
	контрольний зразок	дослідний зразок № 1	дослідний зразок № 2	дослідний зразок № 3	дослідний зразок № 4
Активна кислотність, рН	5,87±0,02	5,91±0,04	5,92±0,05	5,93±0,04	5,91±0,04
Втрати при термообробленні, В _т , %	31,32±1,98	29,05±1,81	26,93±1,25	27,51±0,75	29,74±0,63
Зменшення діаметра ΔD, %	25,58±1,16	22,35±1,96	20,56±1,41	19,07±0,51	16,86±0,41

Внесення гідратованої пшеничної клітковини Vitacel® у дослідні фарші котлет-бургерів та зниження вмісту м'ясної сировини не викликало суттєвих відмінностей значень рН і втрат при термообробленні. Відсутність суттєвих

відмінностей втрат маси під час доведення до кулінарної готовності дослідних зразків можна пояснити високою вологоутримувальною здатністю пшеничного волокна.

Згідно з дослідженням (Sánchez-Alonso et al., 2007) пшенична клітковина здатна зв'язуватися з водою перед приготуванням (у сирому фарші) та утримувати її навіть після денатурації білків при нагріванні і термообробленні. Ці автори виявили, що пшенична клітковина здатна утримувати більше вологи, доданої до рибного бургера, порівняно з контрольною обробкою (філе рибного фаршу без клітковини). У (Raúl et al., 2018) зазначається, що додавання до 3% пшеничної клітковини у фішбургери суттєво не впливає на втрати жиру під час приготування.

На діаметр доведених до кулінарної готовності котлет-бургерів впливає кількість доданого до м'ясних фаршів гідратованого пшеничного волокна. Виявлено, що зі збільшенням кількості заміни м'ясної сировини гідратованим пшеничним волокном зменшення діаметра бургерів знижується (табл. 3). Як наслідок, можна стверджувати, що пшенична клітковина зменшує усадку під час доведення до кулінарної готовності сформованих котлет-бургерів, що позитивно впливає на якість готових виробів. Зменшення діаметра при термообробленні є результатом денатурації м'ясних білків, яку спричиняє втрата вологи та жиру. Завдяки здатності зв'язувати вологу та жир пшенична клітковина в дослідних зразках запобігає зменшенню діаметра під час приготування.

Висновки

Доведено вплив використання в рецептурах посічених напівфабрикатів пшеничної клітковини на властивості м'ясних і м'ясомістких котлет-бургерів. Проведені дослідження свідчать про зниження вмісту ліпідів і білка у зразках та збільшення кількості вологи, але не виявлено значного впливу на показник рН та втрати маси при термообробленні. Котлети-бургери, що містять клітковину, можуть бути альтернативою висококалорійній їжі для харчування людей, які хочуть зменшити споживання калорій або збільшити частку нерозчинної клітковини у своєму раціоні. Використання пшеничної клітковини зменшує усадку під час доведення до кулінарної готовності сформованих котлет-бургерів, що позитивно впливає на якість готових виробів.

Література

Гречко, В. В., Страшинський, І. М., Пасічний, В. М. (2019). Харчові волокна як функціональний інгредієнт у м'ясних напівфабрикатах. *Технічні науки та технології*, 2(16), 154—164. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-2\(16\)-154-164](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-2(16)-154-164).

Страшинський, І. М., Пергат, О. А. (2024). Властивості модельних фаршів м'ясних і м'ясомістких напівфабрикатів в залежності від кількості структуроутворювачів. *Вісник ЛТЕУ (Технічні науки)*, 40, 59—66. <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-40-091>.

Сухенко, Ю. Г., Жешлінська, М. М., Пасічний, В. М., Тимошенко, І. В. (2019). *Оптимізація виробничих процесів*. Київ: Фірма «ІНКОС».

Choe, J.-H., Kim, H.-Y., Lee, J.-M., Kim, Y.-J., Kim, C.-J. (2013). Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers. *Meat Science*, 93(4), 849—854. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.054>.

Choi, Yu.-S., Choi, J.-H., Han, D.-J., Kim, H.-Yo., Lee, M.-A., Kim, H.-W., Jeong, J.-Yo., Kim, C.-J. (2009). Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. *Meat Science*, 82(2), 266—271. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.01.019>.

Corimayhua-Silva, A. A., Elías-Peñañiel, C., Rojas-Ayerve, T., Guevara-Pérez, A., Farfán-Rodríguez, L., Encina-Zelada, C. R. (2024). Red Dragon Fruit Peels: Effect of Two Species Ratio and Particle Size on Fibre Quality and Its Application in Reduced-Fat Alpaca-Based Sausages. *Foods*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/foods13030386>.

Cui, B., Liang H., Li, J., Zhou, B., Chen, W., Liu, J., Li, B. (2022). Development and characterization of edible plant-based fibers using a wet-spinning technique. *Food Hydrocolloids*, 133. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107965>.

Das, A. K., Kumar Nanda, P., Madane, P., Biswas, S., Das, A., Zhang, W., Lorenzo, J. M. (2020). A comprehensive review on antioxidant dietary fibre enriched meat-based functional food. *Trends in Food Science & Technology*, 99, 323—336. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.010>.

Dekkers, B. L., Remko, M. (2018). Boom, Atze Jan van der Goot. Structuring processes for meat analogues. *Trends in Food Science & Technology*, 81, 25—36. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.011>.

Delgado-Ospina, J., Martuscelli, M., Grande-Tovar, C. D., Lucas-González, R., Molina-Hernandez, J. B., Viuda-Martos, M., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. Á., Chaves-López, C. (2021). Cacao Pod Husk Flour as an Ingredient for Reformulating Frankfurters: Effects on Quality Properties. *Foods*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/foods10061243>.

Han, M., Bertram, H. C. (2017). Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system. *Meat Science*, 133, 159—165. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.07.001>.

Kehlet, U., Pagter, M., Aaslyng, M. D., Raben, A. (2017). Meatballs with 3% and 6% dietary fibre from rye bran or pea fibre — Effects on sensory quality and subjective appetite sensations. *Meat Science*, 125, 66—75. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.11.007>.

McClements, D. J., Grossmann, L. (2021). The science of plant-based foods: Constructing next-generation meat, fish, milk, and egg analogs. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 20, 4049—4100. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12771>.

Mehta, N., Ahlawat, S. S., Sharma, D. P., Dabur, R. S. (2015). Novel trends in development of dietary fiber rich meat products — a critical review. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 633—647. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1010-2>.

Morimoto, N. (2025). Dietary Fiber: Importance and Impact on Health Parameters. *Handbook of Public Health Nutrition*, 1—26. https://doi.org/10.1007/978-3-031-32047-7_104-1.

Nielsen, L. V., Kristensen, M. D., Klingenberg, L., Ritz, C., Belza, A., Astrup, A., Raben, A. (2018). Protein from Meat or Vegetable Sources in Meals Matched for Fiber Content has Similar Effects on Subjective Appetite Sensations and Energy Intake — A Randomized Acute Cross-Over Meal Test Study. *Nutrients*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/nu10010096>.

Raúl, L. J., Araújo, I. B., de Barbosa, R. C., Maciel, M. I. S., Shinohara, N. K. S., Campagnoli de Oliveira Filho, P. R. (2018). Manufacture of Biquara (*Haemulon Plumierii* — Lacepède, 1801) Fish-burger with Addition of Wheat Bran. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 27(5), 544—556. <https://doi.org/10.1080/10498850.2018.1461159>.

Sánchez-Alonso, I., Haji-Maleki, R., Borderias, A. J. (2007). Wheat fiber as a functional ingredient in restructured fish products. *Food Chemistry*, 100(3), 1037—1043. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.09.090>.

Schreuders Floor, K. G., Dekkers, B. L., Bodnár, I., Ermi, P., Boom, R. M., van der Goot, A. J. (2019). Comparing structuring potential of pea and soy protein with gluten for meat analogue preparation. *Journal of Food Engineering*, 261, 32—39. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.04.022>.

Sha, L., Xiong, Yo. L. (2020). Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. *Trends in Food Science & Technology*, 102, 51—61. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.05.022>.

VITACEL® WF Wheat Fiber. (б. д.). Every fiber for a better tomorrow. <https://www.jrs.eu/en/food-ingredients/products/vitacel-wheat-fiber.php>.

Zhao, Yi., Hou, Q., Zhuang, X., Wang, Ya., Zhou, G., Zhang, W. (2018). Effect of regenerated cellulose fiber on the physicochemical properties and sensory characteristics of fat-reduced emulsified sausage. *LWT*, 97, 157—163. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.06.053>.