

ISSN 2786-4588 (Print)
ISSN 2786-4596 (Online)

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет



Таврійський науковий вісник

Технічні науки

Випуск 6



Видавничий дім
«Гельветика»
2025

ISSN 2786-4588 (Print)
ISSN 2786-4596 (Online)

*Рекомендовано до друку вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету
(протокол № 8 від 29.12.2025 року)*

Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2025. Вип. 6. 604 с.

Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus International
(Республіка Польща)

Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа: Рішення Національної ради України
з питань телебачення і радіомовлення № 2933 від 24.10.2024 року.

Суб'єкт у сфері друкованих медіа – Херсонський державний аграрно-економічний університет
(вул. Стрітенська, буд. 23, м. Херсон, 73006, office@ksaeu.kherson.ua, тел. +38(050) 571-19-13)

На підставі Наказу Міністерства освіти і науки України від 29.06.2021 № 735 (додаток 4)
журнал внесений до переліку фахових видань України категорії «Б» (спеціальності:
F3 – Комп'ютерні науки; F4 – Системний аналіз та наука про дані; G13 – Харчові технології;
G19 – Будівництво та цивільна інженерія).

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення
StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

Редакційна колегія:

Дзюндзя О. В. – доцент кафедри інженерії харчового виробництва Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.т.н., доцент – головний редактор; **Антоненко А. В.** – доцент кафедри готельно-ресторанного бізнесу ПВНЗ «Київський університет культури», к.т.н., доцент; **Балихіна Г. А.** – провідний науковий співробітник відділення землеробства, меліорації та механізації апарату Президії НААН, к.т.н.; **Березовський Ю. В.** – доцент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету, д.т.н., доцент; **Бровенко Т. В.** – доцент кафедри готельно-ресторанного і туристичного бізнесу Київського національного університету культури і мистецтв, к.т.н., доцент; **Вороненко М. О.** – доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук Херсонського національного технічного університету, к.т.н., доцент; **Гончаренко А. В.** – професор кафедри підтримання льотної придатності повітряних суден Національного авіаційного університету, д.т.н., професор; **Гопесніко В.** – проректор з наукової роботи, директор навчальної програми магістратури «Комп'ютерні системи» Університету прикладних наук ISMA, Dr.sc.ing., професор (Рига, Латвійська Республіка); **Горальчук А. Б.** – професор кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії Харківського державного університету харчування та торгівлі, д.т.н., професор; **Димова Г. О.** – доцент кафедри менеджменту та інформаційних технологій Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.т.н.; **Коваленко О. О.** – завідувач кафедри біоінженерії і води Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор; **Ковальчук П. І.** – головний науковий співробітник Інституту водних проблем і меліорації НААН, д.т.н., професор; **Кузьмич Л. В.** – головний науковий співробітник Інституту водних проблем і меліорації НААН, д.т.н., доцент; **Кузьміна Т. О.** – професор кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету, д.т.н., професор; **Лобода О. М.** – доцент кафедри менеджменту та інформаційних технологій Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.т.н., доцент; **Марсанов В. В.** – член спеціалізованої Вченої ради ДФ 67.052.003 Херсонського національного технічного університету, д.т.н., професор; **Матяш Т. В.** – старший науковий співробітник, завідувач відділу інформаційних технологій та маркетингу інновацій Інституту водних проблем і меліорації НААН, к.т.н.; **Отрош Ю. А.** – начальник кафедри пожежної, профілактики в населених пунктах факультету пожежної безпеки Національного університету цивільного захисту України, д.т.н., професор; **Пневматікос Н.** – доцент кафедри будівництва Університету Західної Аттики, к.т.н., доцент (Афіни, Греція); **Романенко Р. П.** – доцент кафедри інженерно-технічних дисциплін Київського національного торговельно-економічного університету, к.т.н.; **Степанчиков Д. М.** – доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики Херсонського національного технічного університету, к.ф.-м.н., доцент; **Стригунівська О. В.** – Гірничо-металургійна академія імені Станіслава Сташиця, к.т.н., доцент (Краків, Республіка Польща); **Сур'янінов М. Г.** – завідувач кафедри будівельної механіки Одеської державної академії будівництва та архітектури, д.т.н., професор; **Ткаченко О. Б.** – професор, завідувачка кафедри технології вина та сенсорного аналізу Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., доцент; **Турченко В. О.** – професор кафедри водної інженерії та водних технологій Національного університету водного господарства та природокористування, д.т.н., доцент.

УДК 637.521.47:658.562-047.44
DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.6.37>

ОРГАНОЛЕПТИЧНА ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОСІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Пергат О. А. – аспірант кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів
Національного університету харчових технологій
ORCID ID: 0000-0003-3616-1327

Страшинський І. М. – кандидат технічних наук,
доцент кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів
Національного університету харчових технологій
ORCID ID: 0009-0006-6834-6990

Зростання обсягів виробництва та споживання м'яса зумовлене не лише потребою у забезпеченні продуктами харчування населення планети, що постійно збільшується, а й високою харчовою та біологічною цінністю продукту. Поряд із перевагами споживання м'яса, існують і негативні аспекти, що стосуються здоров'я людини та викидів парникових газів внаслідок інтенсифікації тваринництва.

Різноманітні альтернативи, зокрема використання продуктів переробки рослинництва в технології м'ясних і м'ясомісних продуктів є перспективними рішеннями для мінімізації антропогенного впливу на навколишнє середовище. У цьому контексті особливу увагу привертає використання пшеничної клітковини, морфологічні компоненти якої безпосередньо впливають на її загальну якість та функціональний потенціал у харчових технологіях.

В роботі досліджено використання пшеничної клітковини Vitacel®WF 200, попередньо гідратованої у співвідношенні 1:6, у кількості 1,25; 3,0; 4,5 та 6,0 % у рецептурах посічених напівфабрикатів. Підтверджено, що завдяки нейтральному смако-ароматичним властивостям клітковини забезпечується збереження високих органолептичних показників котлет-бургерів після термічного оброблення.

Зменшення діаметра виробів після термічного оброблення зумовлене денатурацією м'ясних білків, що супроводжується дегідратацією та витоплюванням жиру. Введення до рецептури гідратованої пшеничної клітковини мінімізує ці зміни завдяки її високій волого- та жиротримувальній здатності.

За результатами аналізу профілю текстури встановлено, що часткова заміна м'яса та жиру гідратованою пшеничною клітковиною спричинила зниження твердості готових виробів порівняно з контрольними зразками.

Використання пшеничної клітковини як функціонального інгредієнта у структуроформуючих композиціях є ефективним напрямком часткової заміни м'ясної сировини при виробництві м'ясомісних посічених напівфабрикатів.

Ключові слова: органолептичні показники, харчові волокна, м'ясні і м'ясомісні системи, показники якості, котлети-бургери, термічна усадка.

Pergat O. A., Strashynskiy I. M. Organoleptic and instrumental evaluation of the quality of minced semi-finished products

The growth in meat production and consumption is driven not only by the need to feed the world's ever-growing population, but also by the high nutritional and biological value of the product. Along with the benefits of meat consumption, there are also negative aspects related to human health and greenhouse gas emissions resulting from the intensification of livestock farming.

Various alternatives, in particular the use of plant processing products in the technology of meat and meat-containing products, are promising solutions for minimizing anthropogenic impact

on the environment. In this context, the use of wheat fiber, whose morphological components directly affect its overall quality and functional potential in food technology, is of particular interest.

Dietary fiber promotes the functional efficacy of plant-based ingredients in meat and meat-containing products. Intermolecular interactions, catalyzed by hydrogen bonds between plant proteins and dietary fiber, facilitate the formation of stable and robust fibrillation. From a nutritional standpoint, the addition of fiber to meat products provides health benefits.

The study investigated the use of Vitacel® WF 200 wheat fiber, pre-hydrated in a 1:6 ratio, in amounts of 1.25, 3.0, 4.5, and 6.0% in recipes for minced semi-finished products. It has been confirmed that the neutral taste and aroma properties of fiber ensure that the high organoleptic characteristics of cutlets and burgers are preserved after heat treatment.

The decrease in the diameter of the products after heat treatment is due to the denaturation of meat proteins, accompanied by dehydration and fat melting. The addition of hydrated wheat fiber to the recipe minimizes these changes due to its high moisture and fat retention capacity.

The results of the texture profile analysis showed that the partial replacement of meat and fat with hydrated wheat fiber led to a decrease in the hardness of the finished products compared to the control samples.

The use of wheat fiber as a functional ingredient in structure-forming compositions is an effective way to partially replace meat raw materials in the production of meat-containing minced semi-finished products.

Key words: *organoleptic indicators, dietary fiber, meat and meat-containing systems, quality indicators, burger patties, thermal shrinkage.*

Постановка проблеми. Харчування є життєво важливим елементом взаємодії людини з навколишнім середовищем, який має вирішальний вплив на здоров'я людини, її працездатність та стійкість до шкідливого впливу виробничих та екологічних факторів. Регулярне вживання поживних продуктів, що містять життєво важливі речовини, має особливо важливе значення для підтримки здоров'я та активності людини.

Забезпечення споживання м'ясних, молочних та рибних продуктів для повного задоволення потреб споживачів є непростим завданням, що в першу чергу обумовлено високими фінансовими затратами, які не завжди посилені всім верствам населення. Вартість тваринних білків перевищує рівень платоспроможності багатьох категорій населення в глобальному масштабі. Крім того, підвищена потреба в білку призводить до екологічних проблем, включаючи використання та виснаження прісних вод, зміну клімату, зміни землекористування та втрату біорізноманіття [1, с. 182]. Етичні та екологічні аспекти виробництва м'яса стають ключовими факторами занепокоєння для сучасного споживача [2, с. 1340, 3, с. 15]

Виробництво 1 кг яловичини зернової відгодівлі вимагає від 5 до 40 разів більше води, ніж виробництво 1 кг зернових культур. Дослідження показують, що під час виробництва м'яса використовується в 100 разів більше води порівняно з кількістю, необхідною під час вирощування продовольчих культур. Тваринництво та виробництво м'ясної продукції спричиняють зростання викидів парникових газів, зокрема діоксиду вуглецю, метану та оксиду азоту [4, с. 927]. Виробництво бургера на рослинній основі генерує на 90% менше викидів парникових газів та вимагає на 93% менше використання землі, на 99% менше води та на 46% менше енергії порівняно з бургером, виготовленим з яловичини зі США [5, с. 9]. Щодо вуглецевого сліду, то м'ясо жуйних тварин з екстенсивних систем вирощування характеризується найбільшим обсягом викидів на 1 кг їстівного продукту, тоді як рослинні продукти мають мінімальний вплив у розрахунку на одиницю маси [6, с. 765]

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Текстура, зовнішній вигляд та смак – це три основні фактори, що впливають на прийнятність харчових продуктів. Хоча сприйняття текстури людиною неможливо повністю відтворити, інструментальні вимірювання відіграють ключову роль у її аналізі [7, с. 169, 8, с. 162, 9 с. 23].

Текстура є критичним фактором, що визначає якість та споживчу прийнятність м'ясних продуктів. Споживачі мають певні очікування щодо таких показників якості, як твердість, соковитість та жувальна здатність. Модифікація текстури шляхом додавання харчових волокон безпосередньо впливає на сприйняття продукту, рівень його схвалення та купівельні наміри споживачів. Дослідження показали, що додавання харчових волокон до м'ясних виробів зазвичай зумовлює значні зміни структури, часто призводить до підвищення твердості. Кауг та інші автори підтверджують ці ефекти на прикладі м'ясних котлет із додаванням порошку зі стебел та листя цвітної капути [10, с. 20]. Встановлено, що таке збагачення призвело до значного зростання твердості, еластичності та когезійності зразків порівняно з контролем, що безпосередньо корелює з концентрацією добавки. Цей ефект насамперед зумовлений зниженням частки жиру, що сприяє формуванню щільнішої матриці та міцніших міжмолекулярних зв'язків, підвищуючи показники твердості, когезійності та жувальної здатності продукту [9, с. 20].

Тип застосованого волокна також має особливе значення для змін текстури [11, с. 62, 12, с. 95]. Науковцями Kim і Shand доведено, що твердість деяких зразків болонської ковбаси з додаванням сочевиного порошку була значно вищою порівняно з контрольною партією, тоді як додавання бурякового порошку в концентраціях 0,1%, 0,3% та 0,5% не призвело до суттєвих відмінностей у властивостях текстури [13, с. 4382].

Salejda та інші автори [14, с. 33] припускають, що додавання гречаного лущиння змінює профіль текстури, більш помітно після двох тижнів зберігання. Хоча в день виробництва ковбас з використанням 1%, 2% та 3% гречаних висівків твердість зменшилася, а еластичність, жувальна здатність та когезивність суттєво не змінилися, відмінності, що з'явилися через два тижні, були більш помітними. Отже, після завершення експозиції дослідні зразки мали щільнішу та твердішу консистенцію порівняно з контрольними зразками без додавання гречаного лущиння [14, с. 104]. Зі збільшенням частки нерозчинної клітковини ківі до 5% та 7% текстура свинячих фрикадельок зазнала суттєвих змін. Результати, наведені Zhao та співавторами у праці [15, с. 21], свідчать, що показник твердості спочатку помітно знижувався зі зростанням вмісту клітковини, проте починаючи з рівня додавання 5% – різко зростав. При цьому зразки з 7% нерозчинної клітковини ківі демонстрували найвищу твердість.

Постановка завдання. Метою роботи було дослідження впливу пшеничної клітковини як замітника частини м'ясої сировини (яловичини та сала) на органолептичні показники якості посічених напівфабрикатів (котлет-бургерів), виготовлених за традиційною технологією.

Зменшення діаметра (ΔD) було розраховано наступним чином:

$$D(\%) = \frac{D_0 - D_1}{D_0} \times 100$$

де D_0 і D_1 – діаметр зразків (з точністю 0,1 см) до та після термооброблення;
 ΔD – зменшення діаметра [16, с. 152].

Профіль текстури зразків досліджували за характеристиками твердості на текстурометрі Shimadzu EZ-LX (Японія) [11, с. 61].

Виклад основного матеріалу. Сировиною для виготовлення котлет-бургерів слугували яловичина та сало свиняче. До складу рецептур також входили: пшенична клітковина Vitacel® WF 200, вода, сіль кухонна харчова, безфосфатний комплекс активних стабілізаторів (БКАС) та приправа «Бургер». Виготовлення

контрольного і дослідних зразків посічених напівфабрикатів здійснювали в лабораторії кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів НУХТ та виробничій лабораторії ТОВ «Фудтек».

До рецептур вводили пшеничну клітковину Vitacel® WF 200, попередньо гідратовану у співвідношенні 1:6, у кількості 1,25; 3,0; 4,5 та 6,0 % [17, с. 11]. Вміст жирної сировини та м'яса у зразках зменшували зі збереженням їх сталого співвідношення – 1:4 (1 г жиру на 4 г м'яса). Відповідно до вимог мінімальних специфікацій якості, використання клітковини в межах 1,25–4,5 % дозволяє класифікувати вироби як м'ясні напівфабрикати, тоді як за дозування 6,0 % – як м'ясомісткі продукти.

Технологічний процес включав такі етапи: підготовку та подрібнення нежирної яловичини на вовчку з діаметром отворів решітки 12–16 мм: попередню гідратацію пшеничної клітковини у співвідношенні 1:6 (згідно з рекомендаціями виробника).

Приготування м'ясного фаршу здійснювали у кілька етапів:

Перший етап змішування: поєднання яловичини з розчином безфосфатного комплексу активних стабілізаторів, кухонною сіллю та гідратованою клітковиною Vitacel® WF 200. Перемішування тривало 8–10 хвилин до повного поглинання вологи та отримання однорідної маси. Після цього фарш витримували для дозрівання протягом 90–120 хвилин за температури 2 ± 2 °С.

Другий етап змішування: внесення жирної сировини та перемішування компонентів протягом 4–5 хвилин.

Остаточна обробка: повторне подрібнення фаршу на вовчку з діаметром отворів решітки 5 мм. Готову масу залишали на 15–20 хвилин за температури 2 ± 2 °С для стабілізації білкових зв'язків і рівномірного розподілу інгредієнтів.

Формування: виготовлення напівфабрикатів за допомогою ручної форми для бургерів.

Контрольний та дослідні зразки січених напівфабрикатів виготовляли відповідно до рецептур, наведених у таблиці 1.

Як допоміжну сировину використано кухонну сіль, приправу «Бургер», для контрольного зразка харчові фосфати. Для дослідних зразків вносили БКАС згідно патенту на корисну модель № 160690 [18, с. 13], який для рівномірного розподілення в м'ясній системі використовували у виді розчину. Контрольний зразок виготовлений без використання клітковини.

Термічну обробку (доведення до кулінарної готовності) котлет-бургерів проводили за температури 180 °С. Зразки смажили, перевертаючи кожні дві хвилини, доки температура в геометричному центрі виробу не досягала 75 °С.

У таблиці 2 наведено результати органолептичної оцінки яловичих бургерів із додаванням гідратованої пшеничної клітковини. Статистично значущих відмінностей за показником запаху між усіма зразками виявлено не було. Основна відмінність між продуктами зумовлена вмістом жиру, оскільки у зразках із вищим вмістом пшеничної клітковини в рецептурі частка тваринного жиру знижується (табл. 1). Як наслідок, зразок із максимальним вмістом клітковини продемонстрував нижчі бали за такими характеристиками, як смак, соковитість та консистенція. Водночас інші дослідні зразки за органолептичною оцінкою були подібними до контрольної групи.

За показником загальної оцінки дегустаційна комісія не виявила статистично значущих відмінностей між контролем та зразками з часткою клітковини до 4,5% від максимальної заміни. Цей результат є позитивним, оскільки підтверджує, що

заміна м'ясної сировини та жиру гідратованою пшеничною клітковиною у кількості до 4.5 % не погіршує загальну сенсорну привабливість продукту. Нейтральний аромат і смак клітковини Vitacel® WF 200 також сприяв збереженню високих органолептичних показників.

Таблиця 1

Рецептури контрольного і дослідних зразків бургерів «Яловичих»

№	Складові компоненти	Контрольний зразок, % ТУ У 10.1-34485173-009:2013	Дослідний зразок № 1, %	Дослідний зразок № 2, %	Дослідний зразок № 3, %	Дослідний зразок № 4, %
1	2	3	4	5	6	7
1	Яловичина жилована 2 сорт	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
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

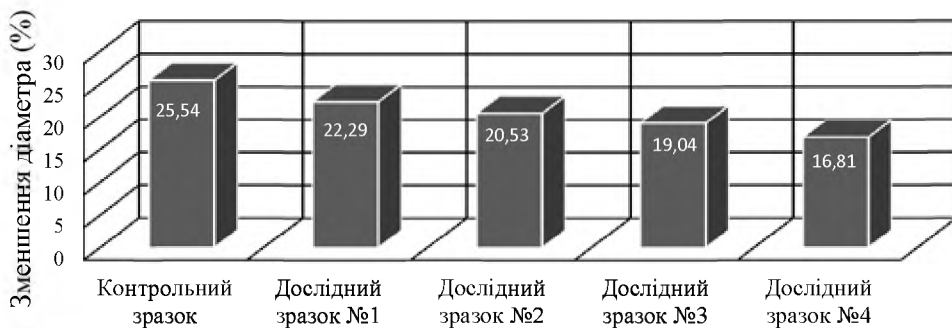
Таблиця 2

Органолептична оцінка котлет-бургерів, виготовлених з різним вмістом гідратованої клітковини

Органолептичні показники	Зразки бургерів				
	Контрольний зразок	Дослідний зразок № 1	Дослідний зразок № 2	Дослідний зразок № 3	Дослідний зразок № 4
Запах	6,81±0,14	6,68±0,17	6,69±0,13	6,80±0,15	6,61±0,15
Смак	7,24±0,13	7,62±0,13	7,55±0,11	7,46±0,12	6,91±0,16
Соковитість	6,85±0,16	7,27±0,12	7,25±0,14	6,92±0,12	6,24±0,17
Консистенція	6,88±0,17	7,18±0,11	7,08±0,14	6,65±0,15	5,83±0,18
Загальна оцінка	7,15±0,15	7,34±0,12	7,31±0,11	7,11±0,10	6,48±0,16

Аналогічні дані отримали Turhan, Sagir та Ustun [19, с. 314], зазначивши, що найвищі показники якості характерні для контрольних зразків та котлет-бургерів зі зниженим вмістом жиру з додаванням до 1% шкірки фундука. Також Choe, Kim, Lee та інші науковці в роботі [20, с. 853] повідомили, що пшеничні волокна можуть слугувати ефективним заміником жиру в рецептурах ковбас типу франкфуртерських без втрати їхніх сенсорних властивостей.

На діаметр готових бургерів впливала кількість доданої гідратованої пшеничної клітковини. При цьому встановлено: чим вищим був рівень заміщення м'ясної сировини та жиру гідратованим волокном, тим меншою була термічна усадка (зменшення діаметра) виробів (рис. 1). Отже, використання пшеничної клітковини дозволяє мінімізувати втрати лінійних розмірів під час термічної обробки, що є важливим показником для оцінки органолептичних характеристик при виробництві котлет-бургерів.



Вміст харчових волокон Vitacel® WF 200: К.з. - 0% №1 - 1.5% №2 - 3.0% №3 - 4.5% №4 - 6.0%

Рис. 1. Термічна усадка котлет-бургерів після теплового оброблення залежно від вмісту гідратованої пшеничної клітковини

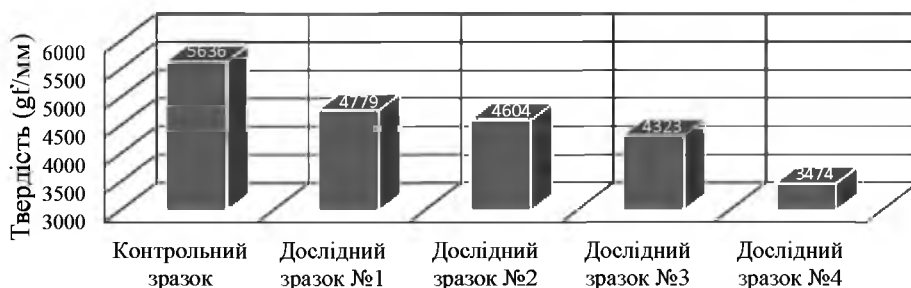
Скорочення діаметра виробів є наслідком денатурації м'ясних білків, що супроводжується втратою вологи та витоплюванням жиру. Додавання гідратованої пшеничної клітковини нівелює це явище завдяки її високій волого- та жируотримувальній здатності. Отримані результати узгоджуються з висновками Namir, Siliha та Ramadan, які повідомили, що використання томатного пектину як замітника жиру в яловичих котлетах-бургерах також запобігає надмірному зменшенню маси та розмірів виробів під час кулінарної обробки [21, с. 309].

Результати аналізу профілю текстури (рис. 2) показали, що зменшення частки м'яса та жиру (і відповідне збільшення вмісту гідратованої пшеничної клітковини) призвело до зниження показників твердості зразків бургерів після доведення до кулінарної готовності. Такі результати, ймовірно, зумовлені вищим вмістом вологи та меншою часткою м'ясних білків у рецептурах із високим рівнем заміни.

Натомість науковці Yadav та інші в результатах досліджень зазначили, що курячі ковбаски з додаванням пшеничних висівок і сушеного морквяного жмиху були значно твердішими за контрольні зразки [22, с. 734]. Автори повідомили, що таке підвищення твердості узгоджується з результатами органолептичної оцінки під час якої було зафіксовано зниження балів за текстуру, ніжність і соковитість.

Висновки. Використання пшеничної клітковини Vitacel® WF 200 у рецептурах посічених напівфабрикатів завдяки її нейтральному аромату та смаку забезпечує збереження високих органолептичних показників котлет-бургерів після доведення їх до кулінарної готовності.

Зменшення діаметра виробів під час термічного оброблення зумовлене денатурацією м'ясних білків, що супроводжується дегідратацією та витоплюванням жиру. Введення до рецептури гідратованої пшеничної клітковини мінімізує ці зміни завдяки її високій волого- та жируотримувальній здатності.



Вміст харчових волокон Vitacel® WF 200: К.з.- 0% №1- 1.5% №2- 3.0% №3- 4.5% №4- 6.0%

Рис. 2. Залежність показників твердості котлет-бургерів від вмісту гідратованої пшеничної клітковини після термічного оброблення

Аналіз профілю текстури показав, що скорочення частки м'ясої сировини та жиру (із відповідним збільшенням вмісту гідратованої пшеничної клітковини) зумовило зниження твердості котлет-бургерів після термічного оброблення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Older Consumers' Readiness to Accept Alternative, More Sustainable Protein Sources in the European Union / A. Grasso et al. *Nutrients*. 2019. Vol. 11, no. 8. P. 1904. URL: <https://doi.org/10.3390/nu11081904>.
2. Protein adequacy is primarily a matter of protein quantity, not quality: Modeling an increase in plant: Animal protein ratio in French adults / E. Gavelle et al. *Nutrients*. 2017. Vol. 9, no. 12. P. 1333–1346. URL: <https://doi.org/10.3390/nu9121333>.
3. Hartmann C., Siegrist M. Consumer perception and behaviour regarding sustainable protein consumption: A systematic review. *Trends in Food Science & Technology*. 2017. Vol. 61. P. 11–25. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.12.006>.
4. Meat analogues: Health promising sustainable meat substitutes / P. Kumar et al. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017. Vol. 57, no. 5. P. 923–932. URL: <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.939739>.
5. Hu F., Otis B., McCarthy G. Association of changes in red meat consumption with total and cause specific mortality among US women and men: Two prospective cohort studies. *Journal of the American Medical Association*. 2019. Vol. 365. P. 9–10. URL: <https://doi.org/10.1136/bmj.l2110>.
6. Nijdam D., Rood T., Westhoek H. The price of protein: Review of land use and carbon footprints from life cycle assessments of animal food products and their substitutes. *Food Policy*. 2012. Vol. 37, no. 6. P. 760–770. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.08.002>.
7. Gracey P., Padilla-Zakour O., Tako E. Sensory Acceptance and Physicochemical Properties of Beef Meatballs Fortified With Apple (*Malus domestica*) Pomace. *Food Science & Nutrition*. 2025. Vol. 13, no. 9. P. e70955. URL: <https://doi.org/10.1002/fsn3.70955>.
8. Han M., Bertram H. C. Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system. *Meat Science*. 2017. Vol. 133. P. 159–165. URL: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.07.001>.
9. Structure, texture and protein digestibility of high moisture extruded meat alternatives enriched with cereal brans / S.-M. Rekola et al. *Applied Food Research*. 2023. Vol. 3, no. 1. P. 100262. URL: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100262>.

10. Utilization of Cauliflower Stems and Leaves Powder in the Development of High Fibre Spent Hen Meat Cutlets / S. Kaur et al. *Journal of Meat Science*. 2022. Vol. 17, no. 1. P. 17–24. URL: <https://doi.org/10.48165/gmj.2022.1703>.

11. Страшинський І., Пергат О. Властивості модельних фаршів м'ясних і м'ясомістких напівфабрикатів в залежності від кількості структуроутворювачів. *Вісник ЛТЕУ*. 2024. Т. 40. С. 59–66. URL: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-40-09>.

12. Determining the properties of chia seed meal gel / I. Strashynskiy et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 6, no. 11 (114). P. 90–98. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.245505>.

13. Kim J., Shand P. Combined effect of beet powder and lentil flour as a partial nitrite substitute on physicochemical, texture and sensory characteristics, color, and oxidative stability of pork bologna. *J Food Sci*. 2022. Vol. 87, no. 10. P. 4379–4393. URL: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16302>.

14. Frankfurter-Type Sausage Enriched with Buckwheat By-Product as a Source of Bioactive Compounds / A. Salejda et al. *Foods*. 2022. Vol. 11, no. 5. P. 674. URL: <https://doi.org/10.3390/foods11050674>.

15. Effects of insoluble dietary fiber from kiwi fruit pomace on the physicochemical properties and sensory characteristics of low-fat pork meatballs / D. Zhao et al. *J Food Sci Technol*. 2021. Vol. 58, no. 4. P. 1524–1537. URL: <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04665-2>.

16. Оптимізація виробничих процесів: [Навчальний посібник] / Ю. Сухенко та ін.; ред. Ю. Сухенко, К.: Фірма «ІНКОС». 2019. 259 с.

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

18. Спосіб виробництва м'ясних і м'ясовмісних посічених напівфабрикатів: пат. 160690 Україна. Заявл. 17.12.2024; опубл. 01.10.2025, Бюл. № № 40/2025.

19. Turhan S., Sagir I., Ustun N. S. Utilization of hazelnut pellicle in low-fat beef burgers. *Meat Science*. 2005. Vol. 71, no. 2. P. 312–316. URL: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.027>.

20. Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers / J.-H. Choe et al. *Meat Science*. 2013. Vol. 93, no. 4. P. 849–854. URL: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.054>.

21. Namir M., Siliha H., Ramadan M. Fiber pectin from tomato pomace: characteristics, functional properties and application in low-fat beef burger. *Food Measure*. 2015. Vol. 9. P. 305–312. URL: <https://doi.org/10.1007/s11694-015-9236-5>.

22. Effect of wheat bran and dried carrot pomace addition on quality characteristics of chicken sausage / S. Yadav et al. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2018. Vol. 31, no. 5. P. 729–737. URL: <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0214>.

REFERENCES:

1. Grasso, A., Hung, Y., Olthof, M., Verbeke, W., & Brouwer, I. (2019). Older Consumers' Readiness to Accept Alternative, More Sustainable Protein Sources in the European Union. *Nutrients*, 11(8), 1904. <https://doi.org/10.3390/nu11081904>

2. Gavelle, E., Huneau, J., Bianchi, C., Verger, E., & Mariotti, F. (2017). Protein adequacy is primarily a matter of protein quantity, not quality: Modeling an increase in plant: Animal protein ratio in French adults. *Nutrients*, 9(12), 1333–1346. <https://doi.org/10.3390/nu9121333>

3. Hartmann, C., & Siegrist, M. (2017). Consumer perception and behaviour regarding sustainable protein consumption: A systematic review. *Trends in Food Science & Technology*, 61, 11–25. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.12.006>

4. Kumar, P., Chatli, M., Mehta, N., Singh, P., Malav, O., & Verma, A. (2017). Meat analogues: Health promising sustainable meat substitutes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(5), 923–932. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.939739>

5. Hu, F., Otis, B., & McCarthy, G. (2019). Association of changes in red meat consumption with total and cause specific mortality among US women and men: Two prospective cohort studies. *Journal of the American Medical Association*, 365, 9–10. <https://doi.org/10.1136/bmj.l2110>
6. Nijdam, D., Rood, T., & Westhoek, H. (2012). The price of protein: Review of land use and carbon footprints from life cycle assessments of animal food products and their substitutes. *Food Policy*, 37(6), 760–770. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.08.002>
7. Gracey, P., Padilla-Zakour, O., & Tako, E. (2025). Sensory Acceptance and Physicochemical Properties of Beef Meatballs Fortified With Apple (*Malus domestica*) Pomace. *Food Science & Nutrition*, 13(9), e70955. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70955>
8. Han, M., & Bertram, H. (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>
9. Rekola, S.-M., Kärllund, A., Mikkonen, S., Kolehmainen, M., Pomponio, L., & Sozer, N. (2023). Structure, texture and protein digestibility of high moisture extruded meat alternatives enriched with cereal brans. *Applied Food Research*, 3(1), 100262. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100262>
10. Kaur, S., Goswami, M., Kumar, P., Mehta, N., & Sharma, A. (2022). Utilization of Cauliflower Stems and Leaves Powder in the Development of High Fibre Spent Hen Meat Cutlets. *Journal of Meat Science*, 17(1), 17–24. <https://doi.org/10.48165/gmj.2022.1703>
11. Strashynsky, I., & Pergat, O. (2024). Properties of model minced meat and meat-containing semi-finished products depending on the amount of structure-forming agents. *Bulletin of the Lithuanian University of Technology*, 40, 59–66. <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-40-09>
12. Strashynskiy, I., Grechko, V., Fursik, O., Pasichnyi, V., & Marynin, A. (2021). Determining the properties of chia seed meal gel. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(11 (114)), 90–98. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.245505>
13. Kim, J., & Shand, P. (2022). Combined effect of beet powder and lentil flour as a partial nitrite substitute on physicochemical, texture and sensory characteristics, color, and oxidative stability of pork bologna. *J Food Sci*, 87(10), 4379–4393. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16302>
14. Salejda, A., Olender, K., Zielińska-Dawidziak, M., Mazur, M., Szperlik, J., Miedzianka, J., Zawislak, I., Kolniak-Ostek, J., & Szmaja, A. (2022). Frankfurter-Type Sausage Enriched with Buckwheat By-Product as a Source of Bioactive Compounds. *Foods*, 11(5), 674. <https://doi.org/10.3390/foods11050674>
15. Zhao, D., Guo, C., Liu, X., & Xiao, C. (2021). Effects of insoluble dietary fiber from kiwi fruit pomace on the physicochemical properties and sensory characteristics of low-fat pork meatballs. *J Food Sci Technol*, 58(4), 1524–1537. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04665-2>
16. Sukhenko, Yu. H., Zheplinska, M. M., Pasichnyi, V. M. ta Tymoshenko, I. V. (2019). *Optyimizatsiia vyrobnychykh protsesiv: [Navchalnyi posibnyk]*. Kyiv: Firma «INKOS».
17. VITACEL® WF Wheat Fiber. Every fiber for a better tomorrow. (б. д.). <https://www.jrs.eu/en/food-ingredients/products/vitacel-wheat-fiber.php>
18. Strashynskiy, I., Marynin, A., Yepishkin, S., Perhat, O., Hrytsai, M., & Shubina, Ye. (2025). *Method for producing minced meat and meat-containing semi-finished products* (Ukraine Patent No. 160690).
19. Turhan, S., Sagir, I., & Ustun, N. S. (2005). Utilization of hazelnut pellicle in low-fat beef burgers. *Meat Science*, 71(2), 312–316. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.027>
20. 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>

21. Namir, M., Siliha, H., & Ramadan, M. (2015). Fiber pectin from tomato pomace: characteristics, functional properties and application in low-fat beef burger. *Food Measure*, 9, 305–312. <https://doi.org/10.1007/s11694-015-9236-5>

22. Yadav, S., Pathera, A., Islam, R., Malik, A., & Sharma, D. (2018). Effect of wheat bran and dried carrot pomace addition on quality characteristics of chicken sausage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(5), 729–737. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0214>

Дата першого надходження рукопису до видання: 21.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 15.12.2025

Дата публікації: 30.12.2025