

УДК 338.27/637.51

doi:10.20998/2413-4295.2020.02.18

**ВПЛИВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СІЧЕНИХ М'ЯСО-РОСЛИННИХ НАПІВФАБРИКАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ФЕРМЕНТАЦІЇ****Д. А. ШВЕДЮК<sup>1</sup>, В. М. ПАСІЧНИЙ<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Проблемна науково-дослідна лабораторія Національного університету харчових технологій, Київ, УКРАЇНА<sup>2</sup> кафедра технологій м'яса та м'ясопродуктів Національного університету харчових технологій, Київ, УКРАЇНА

\*e-mail: shvedyuk.d@ukr.net

**АНОТАЦІЯ** У статті досліджується вплив ферментативної обробки за допомогою протеази мікробіологічного походження, продукованої *Aspergillus niger* на функціонально-технологічні та фізико-хімічні характеристики котлет, рецептура яких включає різні види м'ясної та рослинної сировини. Мікробні протеази грають важливу роль у фізіологічних процесах, мають широку біохімічну мінливість, а також спектр призначень в аналітичному і промисловому застосуванні й можливості масового виробництва, включаючи просту генетичну маніпуляцію для створення нових ферментів. В якості м'ясної сировини для порівняння обрано два види сировини – м'ясо курчат бройлерів (суміш фаршу зі стегна та гомілки 1,5:1) та свинину нежирну. В якості рослинної сировини обрано нут та сочевицю. Серед досліджуваних показників обрано загальний вміст волози, вологозв'язуючу здатність (ВЗЗ), рН водної витяжки продукту та пластичність фаршу. Усі вимірювання проведено на трьох етапах – до ферментації продукту, після ферментації до термічної обробки, та після завершення термічної обробки. В результаті доведено ефективність використання протеази *Aspergillus niger* для впливу на функціональні характеристики м'ясо-рослинних напівфабрикатів. Жодна з отриманих партій м'ясної сировини не була заморожена. Після подрібнення на вовчку з діаметром решітки 6 мм, в охолоджену сировину вносили фермент (протеазу, продуковану *Aspergillus niger*) у вигляді розчину згідно оптимального рівня для кожної групи зразків. Опіраючись на проведені дослідження, встановлено тривалість ферментації – 2 доби. Процес проводився за температури 4-6°C. Також у зразки вносили кухонну сіль у співвідношенні 2,5% до маси м'ясної сировини. Паралельно для кожної групи зразків було заплановано контрольний зразок, в який вносили лише кухонну сіль. Після закінчення процесу ферментації, з фаршу дослідних зразків було сформовано котлетні вироби товщиною 150-200 мм та масою 45-50 г. Отримані вироби, після пакування в плівку, піддавали термічній обробці шляхом варіння у воді за температури 75 °С протягом 30 хв. Після цього їх охолоджували за кімнатної (18-20 °С) температури протягом 1 год, було відібрано проби для вимірювання основних функціонально технологічних характеристик.

**Ключові слова:** напівфабрикати; протеази; м'ясо птиці; ферментація; термічна обробка

**THE INFLUENCE OF HEAT TREATMENT ON THE CHARACTERISTICS OF CHOPPED MEAT AND VEGETABLE SEMI-FINISHED PRODUCTS USING FERMENTATION****D. SHVEDYUK<sup>1</sup>, V. PASICHNYI<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Problematic scientific laboratory of NUFT, Kyiv, UKRAINE<sup>2</sup> Department of meat and meat products technology of NUFT, Kyiv, UKRAINE

**ABSTRACT** The article is devoted to study of the influence of enzymatic processing with the help of protease of microbiological origin, produced by *Aspergillus niger*, on the functional-technological and physicochemical characteristics of cutlets, the formulation of which includes different types of meat and vegetable raw materials. Microbial proteases play an important role in physiological processes; have broad biochemical variability, as well as a range of applications in analytical and industrial applications and the possibility of mass production, including the simplicity of genetic manipulation to create new enzymes. Two types of raw materials were selected as meat raw materials - broiler chicken meat (a mixture of minced meat from the thigh and shin 1,5:1) and pork filet. Chickpeas and lentils were selected as plant material. Among the studied parameters are selected the total moisture content, water-holding capacity (WHC), the pH of the water extract of the product and the plasticity of the stuffing. All measurements were performed in three stages – before fermentation of the product, after fermentation before heat treatment and after heat treatment. As a result, the effectiveness of the use of *Aspergillus niger* protease for influencing the functional characteristics of meat and vegetable semi-finished products was proved. None of the received batches of raw meat was frozen. After grinding on a top with a lattice diameter of 6 mm, the enzyme (protease produced by *Aspergillus niger*) was added to the cooled raw material as a solution according to the optimum level for each sample group. Based on the studies, the duration of fermentation was 2 days. The process was carried out at a temperature of 4–6°C. Also, the samples were made with salt in the ratio of 2.5% by weight of meat raw materials. In parallel, a control sample was planned for each group of specimens to which only salt was introduced. After the fermentation process, cutlets of 150–200 mm thickness and a mass of 45–50 g were formed from the forcemeat of the test samples. The obtained products, after packing in the film, were heat treated by boiling in water at 75°C for 30 min. After that, they were cooled at room temperature (18–20°C) for 1h, samples were taken to measure the main functional and technological characteristics.

**Keywords:** half-finished meat products; modified fat; pork fat; protein – fat emulsion; dietary fiber

**Вступ**

Значення протеолітичних ферментів у харчових технологіях обумовлене певною сукупністю факторів.

До цих факторів належать їхня здатність підвищувати доступність для травних ферментів та повноцінність білків оброблюваної сировини [1]. Також, важливу

роль відіграє безпосередньо природа та походження кожного певного виду ферментів. За своїм походженням усі протеолітичні ферменти, що використовуються у харчовій промисловості можна поділити на такі класи: рослинного, тваринного, мікробіологічного походження та синтетичні.

Серед усіх класів протеолітичних ферментів (протеаз) найменш дослідженим і найбільш оптимальним з точки зору собівартості при використанні на 1 кг оброблюваної сировини є протеази мікробіологічного походження [2]. Мікробні протеази відіграють важливу роль у фізіологічних процесах, мають широку біохімічну мінливість, а також напрями промислового застосування та аналітичних досліджень.

Важливими для застосування є можливість промислового відтворення протеаз та генетичних маніпуляцій для створення нових ензимів зі зміненими властивостями, які будуть специфічними за своєю дією на органічні сполуки. Мікробні протеази можуть бути як позаклітинними, так і внутрішньоклітинними, і на їх утворення впливають штами, харчові та фізико-хімічні фактори, такі як температура, значення рН, вміст азоту, джерела вуглецю і неорганічні солі.

Власне у харчовій промисловості найбільш перспективними є такі види протеаз мікробіологічного походження (залежно від назви мікроорганізмів, які їх продукують): *Aspergillus* (sp. 13.33-35, *awamori*, *clavatus*, *flavus*, *fumigates*, *niger*, *oryzae*), *Beauveria*, *Thermoascus aurantiacus*, а також протеази новітніх класів (в основному представлені AFP, HT та ProG) [3].

Таким чином, у процесі досліджень мікробіологічних протеаз встановлено такі їхні переваги – низька вартість відтворення ферментної сировини (згадані вище мікроорганізми, більшість з яких можуть виживати при екстремальних умовах, мають також і високу швидкість росту), широкий спектр умов активності отримуваних ферментів, можливість підбору широкого спектру мікроорганізмів для продукування потрібного виду ферментів та перспектива створення нових видів ферментів шляхом виведення нових підвидів мікроорганізмів або редагування геному вже існуючих видів.

Виходячи із завдань, покладених в основу роботи, необхідною частиною науково пошуку є дослідження характеристик готової продукції на основі сировини, що була піддана ферментації із застосуванням мікробіологічної протеази *Aspergillus niger*. Згідно з планом експерименту всі зразки було розділено за видом основної м'ясної сировини, яка складала основу рецептури відповідної групи зразків м'ясо-рослинних напівфабрикатів.

Обробка зразків напівфабрикатів проводилась, виходячи із встановлених раніше оптимальних рівнів введення ферменту. Дослідна група зразків напівфабрикатів на основі яловичини була зменшена

до 2 зразків (проти 3 зразків для м'яса курчат-бройлерів та свинини), з огляду на малу ефективність даного ферменту при обробці яловичини.

Жодна з отриманих партій м'ясної сировини не була заморожена. Після подрібнення на вовчку з діаметром решітки 6 мм, в охолоджену сировину вносили фермент (протеазу, продуковану *Aspergillus niger*) у вигляді розчину згідно попередньо визначеного оптимального рівня для кожної групи зразків.

Опираючись на проведені дослідження, встановлено тривалість ферментації – 2 доби. Процес проводився в умовах типових для виробничих процесів соління та дозрівання – за температури 4–6°C. Також у зразки вносили кухонну сіль у кількості 2,5% до маси м'ясної сировини. Паралельно для кожної групи зразків напівфабрикатів був наявним контрольний зразок, в який вносили лише кухонну сіль.

Після закінчення процесу ферментації, з фаршу дослідних зразків було сформовано котлетні вироби товщиною 150–200 мм та масою 45–50 г.

Отримані вироби, після пакування в плівку, піддавали термічній обробці шляхом варіння у воді за температури 75 °C протягом 30 хв.

Після цього їх охолоджували за кімнатної (18–20°C) температури протягом 1 год, та відбирали проби для вимірювання основних функціонально-технологічних характеристик – вологозв'язувальної здатності (ВЗЗ), вологоутримуючої здатності (ВУЗ), жируотримуючої здатності (ЖУЗ), вмісту вологи у продукті (%), а також рН водної витяжки продукту.

### Мета роботи

Мета роботи полягала у дослідженні можливості комбінування м'ясної сировини (м'яса курчат-бройлерів, яловичини першого сорту, свинини нежирної) та різних видів рослинної сировини (нут та сочевиця гідратовані) у процесі виробництва січених напівфабрикатів (котлет) із застосуванням ферментативної обробки.

Досліджувана гіпотеза полягала у тому, що обробка протеазою мікробіологічного походження протягом 2 діб приведе до зростання значень функціонально-технологічних характеристик після закінчення повного процесу термічної обробки. Окрім вказаних цілей, дослідження також мало на меті встановити оптимальний вид сировини для виробництва січених м'ясо-рослинних напівфабрикатів із застосуванням обробки протеазою мікробіологічного походження.

### Виклад основного матеріалу

У процесі досліджень визначали функціонально-технологічні характеристики сировини до та після ферментативної обробки, а функціонально-технологічні характеристики власне

напівфабрикатів до та після термічної обробки, у порівнянні з контрольним зразком напівфабрикатів без ферментації. Згідно з планом постановки експерименту за основу була взята рецептура напівфабрикату січеного м'ясо-рослинного, рецептурний склад якої був обґрунтований у попередніх дослідженнях.

Метою першого етапу досліджень був вибір оптимальної сировини з точки зору впливу ферментативної обробки, а також формування контрольної групи, для порівняння та визначення впливу ферментної обробки на усіх етапах досліджень.

Перший етап передбачав ферментативну обробку протеазою мікробіологічного походження *Aspergillus niger* у концентрації 30 мг ферментативного препарату на кожен кілограм оброблюваної сировини. Режими ферментативної обробки встановлені на підставі визначених у попередніх дослідженнях оптимальних значень протеолітичного впливу даного ферменту [4].

Таким чином, після обробки протягом 48 год при температурах 4–6 °С, було проведено відбір проб і визначення фізико-хімічних та функціональних характеристик. Визначення ВЗЗ проводили методом пресування наважки продукту (0,3 г) вагою 1 кг протягом 15 хв, після чого обраховували площу вологості плями. Площа плями фаршу в свою чергу дозволяє розрахувати пластичність сировини.

Визначення вмісту вологи проводили арбітражним методом із сушінням наважки у шафі до сталої маси. Значення рН середовища визначали потенціометричним методом. Дані отримані на першому етапі приведені у таблиці 1.

З наведених даних можна зробити висновок, що краще ферментний препарат впливає на м'ясо курчат-бройлерів, що проявляється в максимальній зміні показників між контрольною та дослідними групами зразків. Загалом, різницю у значеннях вмісту вологи можна пояснити зміною сили хімічних зв'язків внаслідок протеолізу та утворення нових вільних пептидних сполук, які в свою чергу здатні зв'язувати вологу. Усі дослідні зразки крім яловичини продемонстрували зростання рівня ВЗЗ після ферментації, а максимальна різниця між відповідними значеннями у дослідній та контрольній групах зразків становила 11,05% та зафіксована у м'ясі курчат-бройлерів. Значення рівня вологи утримуючої здатності Для значень ВУЗ виражене зменшення значень спостерігалось для зразків яловичини – 9,05%, в той час як свинина та курятина продемонстрували ріст значення ВУЗ на 3,25 та 9,25% відповідно. ЖУЗ зросла для усіх зразків дослідної групи, а максимальна різниця між дослідним і контрольним значеннями становила 9,50 %. З огляду на отримані значення, тенденція до росту або зменшення значень рН під впливом протеолітичних процесів не проявляється. Різниця для зразків курятини та свинини становила 0,2, а для яловичини –

мінус 0,15. Значення пластичності фаршів підвищувались по мірі ферментативної обробки і ця зміна напряму залежала від збільшення вносимого ферментного препарату. Таким чином обробка протеазою *Aspergillus niger* має позитивний вплив на усі досліджувані функціонально-технологічні та фізико-хімічні характеристики свинини нежирної та м'яса курчат-бройлерів.

Проте, зміни характеристик сировини до термічної обробки не завжди можуть накладатись на характеристики готового продукту після термічної обробки [5].

Після проведення термічної обробки помітною залишилась різниця між зразками дослідної та контрольної групи для свинини та курятини. Представлені в табл. 2 дані варто аналізувати не лише з точки зору кінцевих показників готового продукту, але й з точки зору власне впливу нагрівання та ферментативної обробки. Для значень ВЗЗ у зразках м'яса курчат-бройлерів маємо чотири значення – значення контрольного зразка до та після термообробки, та значення дослідного зразка до та після термічної обробки.

Різниця в значеннях контрольного та дослідного зразків після термічної обробки (63,1 та 69,1% відповідно) складає 6,0%, а різниця між значеннями дослідного зразка до та після термічної обробки складає 12,24%.

Аналогічне значення (різниця, що виражає вплив термічної обробки на ВЗЗ) для контрольного зразка складає 7,19%.

З даної точки зору доволі важко констатувати переважну роль нагрівання або протеолітичного впливу ферменту. Виходячи із показників видно, що вплив протеолітичного ферменту на значення ВЗЗ до термічної обробки дозволяє суттєво компенсувати зниження ВЗЗ під впливом нагріву. Для значень рН після термічної обробки відбувається зростання після нагрівання для всіх зразків.

В усіх дослідних зразках окрім яловичини втрати вологи у процесі варки були меншими, ніж у зразках без внесення ферментного препарату. Найменші втрати вологи зафіксовані у зразку на основі м'яса курчат-бройлерів – 4,41 %, для контрольного зразка на основі тієї ж сировини – 13,64 %, таким чином демонструючи здатність даної сировини зберігати додатково 8,38 % вологи у процесі термічної обробки.

Для свинини різниця у втраті вологи між контрольним і дослідним зразками була меншою.

Втрати вологи в процесі термообробки склали відповідно 10,59% та 8,38 % для контрольного і дослідного зразків. Варто відмітити природну закономірність, що проявляється у зменшенні пластичності зразків після термічної обробки. Максимальна пластичність зафіксована у дослідному зразку на основі м'яса курчат-бройлерів – 20,4 см<sup>2</sup>/г.

Таблиця 1 – Показники рН, виходу і пластичності зразків м'ясних фаршів за різних умов оброблення

Номер зразка	Вид сировини	Частка внесення ферменту, мг/г	рН			Вихід, %	Пластичність фаршу, см <sup>2</sup> /г		
			Сирі	Готові	Δ		Сирі	Готові	Δ
КК	М'ясо курчат - бройлерів	0	6,45	6,9	0,45	68,2	21,5	18,45	-3,05
2К		45	6,6	6,8	0,2	74,4	27,2	20,34	-6,86
КС	Свинина нежирна	0	5,5	6,1	0,6	71,2	18,26	15,68	-2,58
1С		45	5,7	6,15	0,45	77,2	20,70	19,25	-1,45
КЯ	Яловичина I сорту	0	6,1	6,4	0,3	69,8	12,52	8,46	-4,06
2Я		30	5,9	6,25	0,35	70,6	12,85	8,60	-4,25

Таблиця 2 – Показники функціонально-технологічні показники м'ясних фаршів за різних умов оброблення

Номер зразка	ВЗЗ, %			ВУЗ, %			ЖУЗ, %			Вміст вологи, %		
	Сирі	Готові	Δ	Сирі	Готові	Δ	Сирі	Готові	Δ	Сирі	Готові	Δ
КК	70,29	63,1	-7,19	54,2	51,11	-3,09	67,4	47,9	-19,5	76,11	62,47	-13,64
2К	81,34	69,1	-12,24	63,45	55,16	-8,29	76,9	52,7	-24,2	75,26	70,85	-4,41
КС	71	66,25	-4,75	65,5	54,6	-10,9	58,05	49,1	-8,95	67,12	56,53	-10,59
1С	76,25	72,04	-4,21	68,75	60,1	-8,65	63	53,12	-9,88	71,48	63,1	-8,38
КЯ	76,22	64,85	-11,37	79,15	70,12	-9,03	50,4	42,9	-7,5	64,05	55,25	-8,8
2Я	69,25	65,82	-3,43	72,09	67,15	-4,94	55,32	41,52	-13,8	64,35	55,05	-9,3

З представлених у табл. 1 і 2 даних можна зробити висновок, що ферментація не підвищує термостабільність сировини, але завдяки покращенню значень ВЗЗ, створює передумови для високих показників готового продукту.

Протеаза *Aspergillus niger* проявляє позитивний вплив на більшість основних функціональних характеристик м'яса курчат-бройлерів та свинини нежирної, проте не проявляє позитивного впливу на яловичину.

У подальших дослідженнях за основу рецептур модельних напівфабрикатів обрано рецептуру м'ясо-рослинних напівфабрикатів з попередньо визначеними фізико-хімічними показниками [4,5], які представлено в табл. 3.

При підготовці рослинної сировини використовували попередню гідратацію у співвідношенні сировини та води 1:2 відповідно. Введення шпиків потрібно з огляду на органолептичні характеристики готового продукту, а також для формування структури та вигляду на розрізі виробу після термічної обробки. Білково-жирова емульсія містить у своєму складі білки свинячої шкурки та суху молочну сироватку, що має на меті підвищення біологічної цінності.

Таблиця 3 – Рецептури модельних напівфабрикатів

Сировина	Зразок		
	К	А	В
Свинина нежирна, %	-	-	40
Курятина, %	40	40	-
Клітковина, %	6	5	5
шпик, %	10	10	10
Панірувальні сухарі, %	5	5	5
Вода, %	14	-	-
БЖЕ, %, в тому числі	25	-	-
Білок свинячої шкурки, %	4	-	-
Суміш кукурудзяної та ріпакової олій, %	5	-	-
Суха молочна сироватка, %	1	-	-
Вода, %	15	-	-
Нут гідратований	-	20	20
Сочевиця гідратована	-	20	20
Всього	100	100	100

Співвідношення між білками свинячої шкурки, сухою молочною сироваткою, жиром та водою становить відповідно 4:1:5:15. Застосування білків свинячої шкірки у БЖЕ дозволяє не тільки покращити реологічні характеристики продукту, але і підвищити стабільність продукту при термічній обробці [6–8]. На даному етапі досліджень важливим є виявити вплив не лише подрібнення та емульгування в поєднанні із впливом протеаз мікробіологічного походження, але і дослідити вплив більш жорстких режимів термічної обробки (при застосуванні смаження замість варіння).

Процес виробництва дослідних напівфабрикатів включав підготовку БЖЕ шляхом емульгування води з нежирною сировиною та поступовим введенням суміші олій, підготовку рослинної сировини шляхом гідратації, перемішування із ферментною сировиною у концентрації 30 мг на кожен кг сировини, витримання протягом 2 діб та подрібнення на вовчку з діаметром решітки 3 мм, подрібнення попередньо ферментованої (аналогічно першим етапам) м'ясної сировини на вовчку з решіткою 2 мм, змішування всіх рецептурних компонентів, формування виробів діаметром 80 мм та їх обсмажування до температури у товщі  $76 \pm 1$  °С. Вибір даної температури обумовлений властивостями рослинної сировини [8–10].

Після проведення термічного оброблення та остигання виробів до температури в товщі  $22 \pm 2$  °С відбирали проби для проведення фізико-хімічних та функціонально-технологічних досліджень.

### Обговорення результатів

Отримані результати представлені у табл. 4. Після проведення обробки не було виявлено суттєвої (понад 5%) різниці між досліджуваними зразками. Проте, спостерігалися деякі принципові відмінності, які демонструють вплив протеази мікробіологічного походження.

Максимальний вихід зафіксовано у зразку А, що містив у рецептурі м'ясо курчат-бройлерів, – 103,9%. Вихід зразка на основі свинини (зразок В) становив 101,9 %. Вплив протеази мікробіологічного походження дозволяє частково компенсувати зменшення емульгуючої здатності при нагріванні БЖЕ [10].

Значення ВЗЗ для усіх зразків знаходились у діапазоні 76–81%. Максимальне значення зафіксовано у зразку А – 80,48%, а мінімальне у контрольному зразку – 76,25%.

Дана різниця в отриманих значеннях не демонструє значного впливу ферментації на характеристики готового продукту, проте свідчить про ефективність комбінування рослинної та м'ясної сировини при виробництві ферментованих продуктів. Усі отримані значення ВУЗ знаходяться в діапазоні 70–72%, виходячи з чого можна зробити висновок про

прийнятність ферментації для виробництва м'ясо-рослинних напівфабрикатів, зокрема у вигляді котлет. Значення ЖУЗ в контрольному зразку було значено меншим, ніж значення в зразках А та В з використанням рослинної сировини. Максимальне значення зафіксовано у зразку А – 67,10%, що свідчить про ключову роль у формуванні здатності продукту утримувати залежить від вмісту і якості жиру у зразку [11–13].

Таблиця 4 – Показники напівфабрикатів після термічної обробки

Показник	Варіанти зразків		
	К	А	В
Вихід, %	100,8	103,9	101,9
ВЗЗ, %	76,25	80,48	78,32
Вологість, %	75,38	74,12	70,24
pH	6,50	6,85	6,70
ЖУЗ, %	57,22	67,10	64,74
ВУЗ, %	70,65	72,18	71,70

Тенденція зростання значення pH разом із внесенням досліджуваної протеази мікробіологічного походження, яка зафіксована для м'ясної сировини, проявляється і для комбінованих фаршів напівфабрикатів в процесі теплової обробки.

Узагальнюючи результати досліджень, варто зазначити, що внесення гідратованих сумішей суміші нуту та сочевицю на заміну БЖЕ і частини м'ясної сировини при проведенні ферментації дозволяє отримати достатньо високі технологічні характеристики м'ясо-рослинних напівфабрикатів.

### Висновки

З отриманих результатів можна зробити висновки, що обробка свинини нежирної та м'яса курчат-бройлерів протеазою мікробіологічного походження *Aspergillus niger* дозволяє досягнути зростання функціонально-технологічних характеристик сировини.

Використання яловичини для ферментативної обробки згаданою протеазою є недоцільним.

Введення до рецептури м'ясо-рослинних напівфабрикатів (котлет) гідратованої суміші нуту та сочевиці, з попередньою ферментацією протеазою *Aspergillus niger*, дозволяє досягнути високих фізико-хімічних та технологічних характеристик м'ясо-рослинних напівфабрикатів.

### Список літератури

1. Українець А. І., Пасічний В. М., Шведюк Д. А., Мацук Ю. А. Дослідження здатності до протеолізу м'ясних січених напівфабрикатів функціонального призначення. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій*

імені СЗ Гжицького. Серія: Харчові технології. 2017. Т. 19. № 75. С. 129–133. doi:10.15421/nvlvet7526.

2. Dos Santos Aguilar J. G., Sato H. H. Microbial proteases: production and application in obtaining protein hydrolysates. *Food Research International*. 2018. V. 103. P. 253–262. doi: 10.1016/j.foodres.2017.10.044.
3. Souza P. M., Bittencourt D., Caprara M. L., Freitas, M. D., Almeida R. P. C. D., Silveira D., Magalhães P. O. A biotechnology perspective of fungal proteases. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2015. 46(2), P. 337–346. doi: 10.1590/S1517-838246220140359.
4. Шведок Д. А., Пасічний В. М., Прохоренко Ж. І. Дослідження фізико-хімічних властивостей напівфабрикатів м'ясних з додаванням білково-жирових емульсій на основі купажованих жирів. *Вісник НТУ «ХПІ»*, Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків: НТУ «ХПІ». 2016. № 42 (1214). С. 223–227. doi:10.20998/2413 4295.2016.42.36.
5. Шведок Д. А., Пасічний В. М., Радзівська І. Г., Мацук Ю. А. Амінокислотний склад та біологічна цінність м'ясних напівфабрикатів з використанням рослинної сировини та білково-жирових емульсій. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Харчові технології*. 2017. Т. 19. № 80. С. 111–114.
6. Santhi D., Kalaikannan A., Sureshkumar S. Factors influencing meat emulsion properties and product texture: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2017. V. 57. №. 10. С. 2021–2027. doi: 10.1080/10408398.2013.858027.
7. Yang H., Zhang W., Li T., Zheng H., Khan M. A., Xu X., Zhou G. Effect of protein structure on water and fat distribution during meat gelling. *Food chemistry*. 2016. V. 204. P. 239–245. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.01.053.
8. Serdaroglu M., Nacak B., Karabiyikoglu M. Effects of beef fat replacement with gelled emulsion prepared with olive oil on quality parameters of chicken patties. *Korean journal for food science of animal resources*. 2017. V. 37. №. 3. P. 376. doi: 10.5851/kosfa.2017.37.3.376.
9. Rabeler F., Feyissa A. H. Kinetic modeling of texture and color changes during thermal treatment of chicken breast meat. *Food and Bioprocess Technology*. 2018. V. 11. №. 8. P. 1495–1504. doi:10.1007/s11947-018-2123-4.
10. Пасічний В. М., Страшинський І. М., Фурсік О. П. Дослідження емульсій на основі білковмісних функціональних харчових композицій. *Технологічний аудит і резерви виробництва*. 2015. № 3(3). С. 51–55. doi: 10.15587/2312-8372.2015.44177.
11. Paszkiewicz W., Muszyński S., Kwiecień M., Zhyla M., Świątkiewicz S., Arczewska-Włosek A., & Tomaszewska E. Effect of Soybean Meal Substitution by Raw Chickpea Seeds on Thermal Properties and Fatty Acid Composition of Subcutaneous Fat Tissue of Broiler Chickens. *Animals*. 2020. V. 10. №. 3. P. 533. doi: 10.3390/ani10030533.
12. Apajalahti J., Vienola K. Interaction between chicken intestinal microbiota and protein digestion. *Animal Feed Science and Technology*. 2016. V. 221. P. 323–330. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2016.05.004.
13. Stądnik J., Kęska P. Meat and fermented meat products as a source of bioactive peptides. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 2015. V. 14. №. 3. P. 181–190. doi: 10.17306/J.AFS.2015.3.19.

## References (transliterated)

1. Ukrainets, A., Pasichnyi, V., Shvedyuk, D., & Matsuk, Y. Investigation of proteolysis ability of functional destined minced half-finished meat products. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 2017, V. 19(75), p. 129–133, doi: 10.15421/nvlvet7526.
2. Dos Santos Aguilar J. G., Sato H. H. Microbial proteases: production and application in obtaining protein hydrolysates. *Food Research International*, 2018, V. 103, p. 253–262, doi: 10.1016/j.foodres.2017.10.044.
3. Souza P. M., Bittencourt D., Caprara M. L., Freitas, M. D., Almeida R. P. C. D., Silveira D., Magalhães P. O. A biotechnology perspective of fungal proteases. *Brazilian Journal of Microbiology*, 2015, 46(2), p. 337–346, doi: 10.1590/S1517-838246220140359.
4. Shvediuk D. A., Pasichnyi V. M., Prokhorenko Zh. I. Investigation of physicochemical properties of meat semi-finished products with the addition of protein-fat emulsions based on blended fats. *Bulletin of NTU «KhPI». Series: New solutions in modern technologies*. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016, no. 42 (1214), p. 223–227, doi:10.20998/2413 4295.2016.42.36.
5. Shvediuk D. A., Pasichnyi V. M., Radziivska I. H., Matsuk Yu. A. Aminokyslotnyi sklad ta biolohichna tsinnist miasnykh napivfabrykativ z vykorystanniam roslynnoi syrovyni ta bilkovo-zhyrovyykh emulsiy [Amino acid composition and biological value of meat semi-finished products using vegetable raw materials and protein-fat emulsions]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Seriiia : Kharchovi tekhnolohii [Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food technology]*, 2017, V. 19, no. 80, p. 111–114.
6. Santhi D., Kalaikannan A., Sureshkumar S. Factors influencing meat emulsion properties and product texture: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2017, V. 57, no 10. p. 2021–2027, doi: 10.1080/10408398.2013.858027.
7. Yang, H., Zhang, W., Li, T., Zheng, H., Khan, M. A., Xu, X., ... & Zhou, G. Effect of protein structure on water and fat distribution during meat gelling. *Food chemistry*, 2016, V. 204, p. 239–245, doi:10.1016/j.foodchem.2016.01.053
8. Serdaroglu M., Nacak B., Karabiyikoglu M. Effects of beef fat replacement with gelled emulsion prepared with olive oil on quality parameters of chicken patties. *Korean journal for food science of animal resources*, 2017, V. 37, no. 3, p. 376, doi: 10.5851/kosfa.2017.37.3.376.
9. Rabeler F., Feyissa A. H. Kinetic modeling of texture and color changes during thermal treatment of chicken breast meat. *Food and Bioprocess Technology*, 2018, V. 11, no. 8, p. 1495–1504, doi:10.1007/s11947-018-2123-4.
10. Pasichnyi V. M., Strashynskiy I. M., Fursik O. P. Doslidzhennia emulsiy na osnovi bilokvmisnykh funktsionalnykh kharchovykh kompozytsii [Research of emulsions on the basis of protein-containing functional food compositions] *Tekhnolohycheskyi audyt y rezervy proyzvodstva [Technological audit and production reserves]*, 2015, no. 3(3), p. 51–55, doi: 10.15587/2312-8372.2015.44177.
11. Paszkiewicz, W., Muszyński, S., Kwiecień, M., Zhyla, M., Świątkiewicz, S., Arczewska-Włosek, A., & Tomaszewska, E. Effect of Soybean Meal Substitution by Raw Chickpea Seeds on Thermal Properties and Fatty Acid Composition of

- Subcutaneous Fat Tissue of Broiler Chickens. *Animals*, 2020, V. 10, no. 3, p. 533, doi: 10.3390/ani10030533.
12. Arajalahti J., Vienola K. Interaction between chicken intestinal microbiota and protein digestion. *Animal Feed Science and Technology*, 2016, V. 221, p. 323–330, doi: 10.1016/j.anifeedsci.2016.05.004.
13. Stadnik J., Kęska P. Meat and fermented meat products as a source of bioactive peptides. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 2015, V. 14, no. 3, p. 181–190, doi: 10.17306/J.AFS.2015.3.19.

### Інформація про авторів (About authors)

**Шведюк Дмитро Анатолійович** – аспірант, Проблемна науково-дослідна лабораторія, Національний Університет Харчових технологій, м. Київ, Україна; e-mail: shvedyuk.d@ukr.net.

**Dmytro Shvedyuk** – postgraduate student, National University of Food Technologies, Problematic scientific-research laboratory, Kyiv, Ukraine; e-mail: shvedyuk.d@ukr.net.

**Пасічний Василь Миколайович** – доктор технічних наук, професор, Національний Університет Харчових технологій, завідувач кафедри Технології м'яса та м'ясних продуктів; м. Київ, Україна; e-mail: pasww1@ukr.net.

**Vasyl Pasichnyi** – Doctor of Science, Professor, National University of Food Technologies, Head of Department of meat and meat products, Kyiv, Ukraine; e-mail: pasww1@ukr.net.

*Будь ласка посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

Шведюк Д. А., Пасічний В. М. Вплив термічної обробки на характеристики січених м'ясо-рослинних напівфабрикатів з використанням ферментації. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПІ». 2020. № 2 (4). С. 38- . doi:10.20998/2413-4295.2020.02.18.

*Please cite this article as:*

Shvedyuk D., Pasichnyi V. The influence of heat treatment on the characteristics of chopped meat and vegetable semi-finished products using fermentation. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: New solutions in modern technology.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2020, no. 2 (4), pp. 38- , doi:10.20998/2413-4295.2020.02.18.

*Пожалуйста ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

Шведюк Д. А., Пасічний В. М. Влияние термической обработки на характеристики рубленых мясорастительных полуфабрикатов с использованием ферментации. *Вестник Национального технического университета «ХПИ». Серия: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». 2020. № 2 (4). С. 38- . doi: 10.20998/2413-4295.2020.02.18.

**АННОТАЦІЯ** В статті досліджується вплив ферментативної обробки з допомогою протеази мікробіологічного походження, продуктивної *Aspergillus niger* на функціонально-технологічні та фізико-хімічні характеристики котлет, рецептура яких включає різні види м'ясної та рослинної сировини. Мікробні протеази грають важливу роль у фізіологічних процесах, мають широкі біохімічні зміни, а також спектр застосувань у аналітичній та промисловій сфері. Як сировина для порівняння обрано дві види сировини – м'ясо цыплят бройлерів (сміє фарша з бедра та голени 1,5: 1) та свинина нежирна. Як рослинну сировину обрано нут та чечевицу. Серед досліджуваних показників обрано: загальне вміст вологи, вологостійкість, здатність утримувати вологу (ВУС), рН водної витяжки продукту та пластичність фарша. Всі вимірювання проведені на трьох етапах – до ферментації продукту, після ферментації до термічної обробки, та після завершення термічної обробки. В результаті доведено ефективність використання протеази *Aspergillus niger* для впливу на функціональні характеристики мясорастительних полуфабрикатів. Ні одна з отриманих партій м'ясної сировини не була заморожена. Після дроблення на волчке з діаметром решітки 6 мм, в охолоджену сировину вносили фермент (протеазу, продуктивну *Aspergillus niger*) в вигляді розчину згідно оптимального рівня для кожної групи зразків. Опіраючись на проведені дослідження, встановлено тривалість ферментації – 2 дні. Процес проводився при температурі 4–6°C. Також, в зразки вносили поваренну сіль в співвідношенні 2,5% до маси м'ясної сировини. Паралельно для кожної групи зразків було заплановано контрольний зразок, в який вносили лише поваренну сіль. Після закінчення процесу ферментації, з фарша дослідних зразків було сформовано котлетні вироби товщиною 150–200 мм і масою 45–50 г. Отримані вироби, після упаковки в плівку, піддали термічній обробці шляхом варки в воді при температурі 75 °C впродовж 30 хв. Після цього їх охолодили при кімнатній (18–20°C) температурі впродовж 1 ч, були отримані зразки для вимірювання основних функціонально-технологічних характеристик.

**Ключові слова:** полуфабрикати; протеази; м'ясо птиці; ферментація; термічна обробка

Надійшла (received) 03.05.2020