

ЗАСТОСУВАННЯ ФЕРМЕНТУ ПАПАЇНУ В ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ ВИРОБІВ

В. М. ІСРАЕЛЯН

кандидат технічних наук, асистент кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів

<https://orcid.org/0000-0002-7242-3227>

E-mail: vs88@ukr.net

Н. В. ГОЛЕМБОВСЬКА

кандидат технічних наук, доцент кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів

<https://orcid.org/0000-0001-8159-4020>

E-mail: natashagolembovska@gmail.com

Н. М. СЛОБОДЯНЮК,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів

<https://orcid.org/0000-0002-7724-2919>

E-mail: slob2210@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Виробництво ферментних препаратів займає одне з провідних місць у сучасній біотехнології й належить до галузей, обсяг продукції яких постійно зростає, а сфера застосування розширюється.

Різноманітні ферментні препарати широко використовують у галузі харчування, це пояснюється їхньою високою каталітичною активністю, специфічністю дії, здатністю здійснювати біохімічні реакції в м'яких умовах. Тому ферменти доцільно використовувати для проведення різних промислових процесів, як з економічної, так і з технологічної точок зору.

Тому метою роботи було дослідити хімічний склад та активність ферментного препарату папаїн із подальшим використанням у технології виробництва м'ясних виробів для підвищення біологічної цінності та покращення функціонально-технологічних властивостей готового продукту.

За результатами аналізу літературних джерел та власних досліджень показано перспективність дослідження та використання ферментів і одержаних на їхній основі ферментних препаратів у галузі харчової промисловості, оскільки це сприяє підвищенню якості готової продукції та рівня екологізації виробництва, більш раціональному використанню сировинних та матеріальних ресурсів.

У результаті дослідження хімічного складу встановлено, що фермент папаїн має високий вміст білку 87,44 %, завдяки чому володіє більш широким впливом на білки м'яса.

Під час досліджень була вивчена залежність активності папаїну від рН середовища, температури, концентрації хлориду натрію і концентрації ферменту. Результати

виконаних досліджень показали, що найбільшу активність папаїн проявляє в діапазоні за рН 5,5-6,0. Фермент має максимальну колагеназну активність рН 6,0 та за температури 50-60 °С.

Ключові слова: ферментний препарат, папаїн, фермент, біотехнологія, безпечність

Актуальність.

Рациональне використання м'ясної сировини та розроблення нових продуктів високої харчової цінності і якості, безпечних для споживача – це актуальне завдання м'ясопереробної галузі в Україні та світі (Kolpakova, Gulakova & Sardzhveladze, 2018).

У сучасній харчовій промисловості превалює тенденція пошуку й розробки інноваційних технологічних рішень для виробництва продукції, що характеризується високим рівнем якості, екологічності та біологічної безпечності, а також їхньою функціональною спрямованістю (Kamble, Gunasekaran & Gawankar, 2020).

Ресурсозберігаючі технології харчових продуктів є реальним джерелом посилення сировинної бази переробних галузей. Зростаюча потреба в забезпеченні виробництва м'ясними продуктами призводить до необхідності залучення в технологічні процеси сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини та пошуку шляхів підвищення її технологічних властивостей (Israelian & Holembovska, 2018).

На сьогодні наукові відкриття в області ензимології зробили ферментні препарати незамінним учасником багатьох харчових технологій. Створення та впровадження інноваційних технологій дало змогу значною мірою розширити сферу застосування ферментних препаратів. Сьогодні ферменти допомагають поліпшити якість

продукції, підвищити її безпеку, збільшити ефективність технологічних процесів, скоротити виробничі витрати і знизити антропогенний вплив на довкілля (Kolyanovska et al., 2019).

У технології харчових продуктів застосовуються ферментні препарати з амілолітичною, протеолітичною, ліполітичною, пектолітичною та оксидазною активністю (Sukhenko et al., 2019).

Особливе значення має використання протеолітичних ферментних препаратів, оскільки вони зумовлені їхньою високою каталітичною активністю, можливістю реалізації без використання екстремальних температур та агресивних середовищ, специфічністю дії ферментів та простотою інактивації за традиційних температур термообробки м'ясних виробів (Zheplinska et al., 2021; Altan, 2008).

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Технології м'ясних продуктів із використанням прийомів біотехнології на основі ферментативного протеолізу м'ясної сировини широко використовуються в міжнародній практиці.

На сьогодні використання біотехнологічних прийомів є звичайною практикою для США, Канади, Англії, Франції, Німеччини та ін. Ферменти протеолітичної й колагеназної дії, у м'ясі і м'ясних системах дають можливість (Antypova, 2002):

- інтенсифікувати автолітичні процеси і прискорити дозрівання;
- забезпечити високий рівень соковитості й ніжності м'яса;
- збільшити об'єм виробництва високоякісних натуральних м'ясних виробів;
- отримати нові джерела м'ясних ресурсів у вигляді м'ясних паст, емульсій, гідролізату для збагачення різноманітних харчових продуктів білком, розробки лікувального харчування;
- використовувати в складі рецептурно-компонентних рішень м'ясопродуктів замість основної сировини;
- раціонально й максимально використовувати м'ясні ресурси за збільшення виходу корисних продуктів з одиниці сировини.

Ферментні препарати повинні задовольняти вимогам, що пред'являються конкретними технологіями не лише за типом каталізованої реакції, але і відносно умов їх дії: рН, температури, стабільності, присутності активаторів і інгібіторів, тобто тих чинників, які зумовлюють ефективність дії препарату в цьому середовищі й дозволяють правильно визначити технологічні режими його застосування.

Залежно від мети застосування до ферментних препаратів пред'являються певні вимоги не лише щодо складу ферментів і оптимальних умов їх дії, але й щодо ступеня очищення, вживаних наповнювачів, вартості і низки інших параметрів (Saritha, 2009; Raveendran et al., 2000).

Мета роботи. Дослідити хімічний склад та активність ферментного препарату папаїн із подальшим використанням у технології виробництва м'ясних виробів для підвищення біологічної цінності та покращення функціонально-технологічних властивостей готового продукту.

Методи. Дослідження проводили в лабораторних умовах кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Для досліджень було обрано фермент папаїн, який є найбільш вживаним у виробництві протеолітичним ферментом, його виробляють із латексу плодів динного дерева (*Carica papaya*).

У разі виконання роботи експериментальні дослідження здійснювали за встановленими відповідними стандартними методиками: вміст вологи – сушінням за ДСТУ ISO 1442 : 2005 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (2015); кількість білків визначалася за ГОСТ 25011-2017 Мясо и мясные продукты. Методы определения белка (2017); кількість жиру визначали за ДСТУ 8380 : 2015 М'ясо та м'ясні продукти. Метод вимірювання масової частки жиру (2015), активність папаїну визначали за методом, заснованим на спектрофотометричному визначенні кількості продуктів протеолізу тирозинвмісних речовин під дією ферменту.

Результати дослідження та їх обговорення.

Практика застосування ферментних препаратів свідчить про те, що не всі препарати однаково впливають на м'язові і сполучнотканинні білки м'яса, в тому числі на сировину з аномальним характером автолізу. Один і той же ферментний препарат, залежно від реакції середовища м'яса, по-різному гідролізує білкові макромолекули. Технологів значною мірою цікавлять питання, що стосуються дії ферментних препаратів на сполучнотканинні білки м'яса. Водночас важливим моментом є вивчен-

ня впливу ферментних препаратів на структурно-механічні властивості м'ясної сировини, які в кінцевому результаті впливають, на якість одержуваних готових продуктів.

Особливий інтерес представляють ферменти, які сприяють формуванню структури м'ясних продуктів. У такому випадку вибір ферменту папаїну для пом'якшення м'яса зумовлений насамперед специфічністю дії його на сполучнотканинні білки й тим, що він зараз представлений на вітчизняному ринку і пропонується для застосування в м'ясній промисловості.

Будь-які технологічні процеси проходять під впливом різних чинників. Тому для виявлення області практичного використання біокаталізаторів важливим аспектом є вивчення поведінки, стабільності біологічно-активних систем, знаходження оптимальних параметрів режиму їхньої роботи.

Виходячи з цього, саме з метою реструктурування м'яса застосовують протеолітичні ферменти. Розм'якшення м'яса відбувається ефективно під дією ендогенних протеаз, особливо нейтральних протеаз.

Загальний хімічний склад ферменту папаїн представлений у табл. 1.

Згідно з таблицею 1, фермент папаїн має високий уміст білка 87, 44 %, завдяки чому володіє більш широким впливом на білки м'яса. Фермент папаїн – апробований препарат, який зарекомендував себе для прискорення процесів дозрівання й тендеризації м'яса з підвищеним вмістом сполучної тканини.

Найбільш важливими показниками, що характеризують ефективність дії різних ферментних препаратів на м'ясну сировину, є структурно-механічні властивості, які, зрештою, характеризують ніжність готового продукту.

Для уточнення активності використовуваного в роботі ферменту була вивчена залежність папаїну від рН середовища. Результати виконаних досліджень показали (рис. 1), що найбільша протеолітична активність папаїну проявляється при рН 5,5-6,0, а при рН 6 фермент має максимальну колагеназну активність.

Відомо, що для м'ясної промисловості практичний інтерес представляє активність ферменту за температур 2 ± 2 °С, рекомендованих під час соління і дозрівання м'яса, а також за зберігання готової продукції. Вплив температури на активність папаїна показано на рисунку 2.

Необхідно зазначити, що колагеназна активність папаїна в цьому експерименті фіксувалася після закінчення 60 хв гідролізу й тому треба говорити про «короточасну активність», тобто найбільш високу питому активність папаїну при кожній конкретній температурі. Отримані дані показали, що папаїн проявляє максимальну активність за температурах 50-60 °С. За $t = 4$ °С активність папаїну становить 6,0 % від максимального значення. Як свідчать результати досліджень, повна інактивація папаїна відбувається за $t = 90$ °С.

1. Хімічний склад ферменту папаїн, (n = 3, pJ0,95)

Показник	Вміст, %			
	волога	Білок	жир	Зола
Фермент «Папаїн»	10, 86 $\pm$ 0,85	87, 44 $\pm$ 2,76	0,61 $\pm$ 0,05	0,87 $\pm$ 0,02

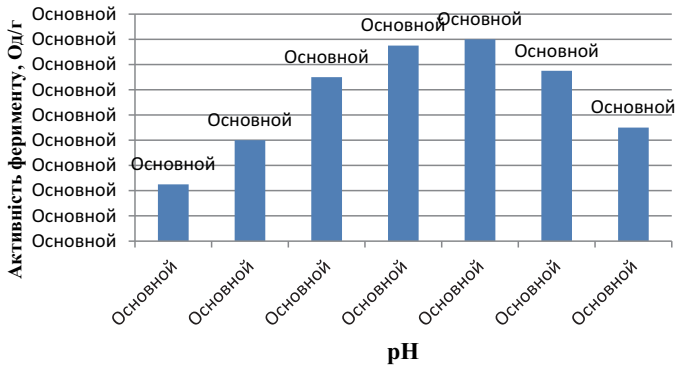


Рис. 1. Вплив рН середовища на активність фермента папаїна

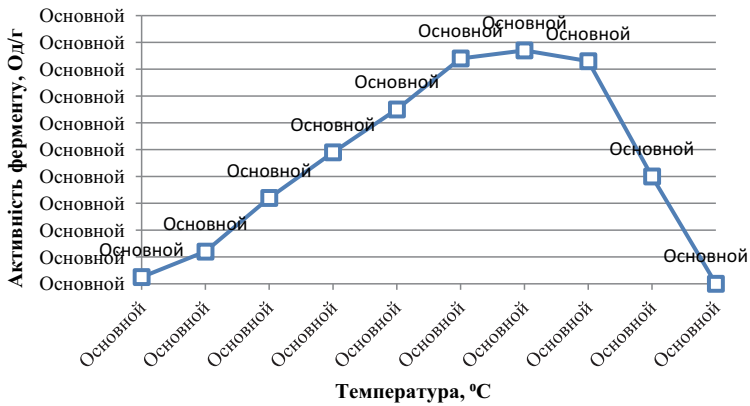


Рис. 2. Вплив температури на активність папаїну

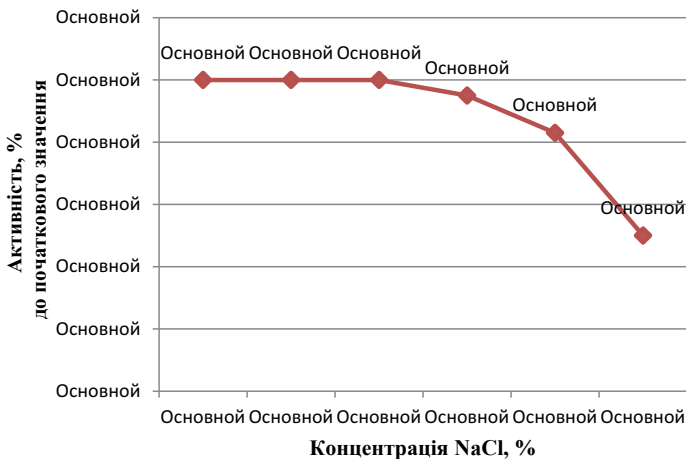


Рис. 3. Залежність активності ферменту папаїну від концентрації NaCl

З літературних джерел відомо, що під час виробництва м'ясних продуктів дозрівання сировини протікає в присутності хлориду натрію, який підвищує або знижує активність протеолітичних ферментів. У зв'язку з цим нами досліджено вплив хлориду натрію на активність папаїну. Залежність активності ферменту папаїну від концентрації NaCl наведено на рисунку 3.

Результати досліджень дають підставу вважати, що рослинний фермент папаїн може бути використаний для тендеризації м'яса. Найбільша протеолітична активність папаїну проявляється за рН 5,5-6,0, температур 60-80 °С та концентрації NaCl приблизно 2 %, які застосовуються для варених м'ясних продуктів. Використання ферменту папаїну для ферментації м'яса страуса дасть можливість збільшити випуск цільном'язових виробів високої якості.

Висновки і перспективи.

Отриманні результати досліджень дають можливість зробити висновок, що використання ферменту папаїну для виробництва м'ясних продуктів є перспективним для раціонального використання сировини й розробки нових видів м'ясних виробів із високими якісними показниками.

Під час досліджень була вивчена залежність активності папаїну від рН середовища, температури, концентрації хлориду натрію й концентрації ферменту. Результати виконаних досліджень показали, що найбільшу активність папаїн проявляє в діапазоні за рН 5,5-6,0. Фермент має максимальну колагеназну активність за рН 6,0 та за температури 50-60 °С. Активність ферменту за 2 ± 2 °С.

Список літератури

1. Kolpakova, V., Gulakova, V., Sardzhveladze, A. Composition on the basis of plant based proteins with the use of transglutaminase. International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM. 2018. vol. 18(6.2), p.119-127.
2. Kamble, S. S., Gunasekaran, A., Gawankar, S. A. Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications. International Journal of Production Economics. 2020. vol. 219, p.179-194.
3. Ізраєлян В., Голембовська Н. Використання нетрадиційної сировини в дитячому харчуванні. Продовольча індустрія АПК. 2018. № 6. С. 37-40.
4. Kolyanovska, L., Palamarchuk, I., Sukhenko, Y., et al. (2019). Mathematical modeling of the extraction process of oil-containing raw materials with pulsed intensification of heat of mass transfer. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 25 p.
5. Sukhenko, Y., Mushtruk, M., Vasylyv, V., Sukhenko, V., Dudchenko, V. (2019). Production of Pumpkin Pectin Paste. In Ivanov, V., Trojanowska, J., Machado, J., Liaposhchenko, O., Zajac, J., Pavlenko, I., Edl, M., Perakovic, D. Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. Proceedings of the 2nd International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange, DSMIE-2019, Juna 11-14, 2019, Lutsk, Ukraine. Switzerland : Springer International Publishing, 805-812.
6. Zheplinska, M., Mushtruk, M., Vasylyv, V., Slobodyanyuk, N., Boyko, Y. (2021). The Main Parameters of the Physalis Convection Drying Process. In Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange (pp. 306-315). Springer, Cham.
7. Altan, A. Studies on the degreasing of skin by using enzyme in liming process. Indian Journal of Chemical Technology. 2008. vol. 15. p. 507-510.

8. Антипова, Л.В. Положительное действие коллагеназы на структуру мясного сырья. *Мясная индустрия*. 2002. №2. С. 45-47.
9. Saritha, K. Protease enzyme: an eco-friendly alternative for leather industry. *Indian Journal of Science and Technology*. 2009. vol. 12. p. 29-32.
10. Raveendran, S., Parameswaran, B., Beevi Ummalyama, S., et al. (2018). Applications of microbial enzymes in food industry. *Food technology and biotechnology*. 2018. vol. 56, no. 1, p. 16-30.
11. ДСТУ ISO 1442:2005 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод) (ISO 1442:1997, IDT). 3 поправкою.
12. ГОСТ 25011-2017 Мясо и мясные продукты. Методы определения белка.
13. ДСТУ 8380:2015 М'ясо та м'ясні продукти. Метод вимірювання масової частки жиру.
14. ДСТУ ISO 936:2008 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення масової частки загальної золи.
- intensification of heat of mass transfer. *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, 25 p.
5. Sukhenko, Y., Mushtruk, M., Vasylyv, V., Sukhenko, V., Dudchenko, V. (2019). Production of Pumpkin Pectin Paste. In Ivanov, V., Trojanowska, J., Machado, J., Liaposhchenko, O., Zajac, J., Pavlenko, I., Edl, M., Perakovic, D. *Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. Proceedings of the 2nd International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange, DSMIE-2019, Juna 11-14, 2019, Lutsk, Ukraine. Switzerland : Springer International Publishing*, 805-812.
6. Zheplinska, M., Mushtruk, M., Vasylyv, V., Slobodyanyuk, N., Boyko, Y. (2021). The Main Parameters of the Physalis Convection Drying Process. In *Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange* (pp. 306-315). Springer, Cham.
7. Altan A. (2008). Studies on the degreasing of skin by using enzyme in liming process. *Indian Journal of Chemical Technology*. 15. 507-510.
8. Antipova L.V. (2002). The positive effect of collagenase on the structure of raw meat. *Myasnaya industriya*. 2. 45-47.
9. Saritha K. Protease enzyme: an eco-friendly alternative for leather industry. *Indian Journal of Science and Technology*. 2009. № 12. P. 29–32.
10. Raveendran, S., Parameswaran, B., Beevi Ummalyama, S., Abraham, A., et al. (2018). Applications of microbial enzymes in food industry. *Food technology and biotechnology*, 56(1), 16-30.
11. DSTU ISO 1442:2005. Meat and meat products. Method for determining the moisture content.
12. GOST 25011-2017. Meat and meat products. Protein determination methods.
13. DSTU 8380:2015. Meat and meat products. The method of massaging fat mass.
14. DSTU ISO 936:2008. Meat and meat products. Method for determining the mass fraction of total ash.

References

1. Kolpakova, V., Gulakova, V., Sardzhveladze, A. (2018). Composition on the basis of plant based proteins with the use of transglutaminase. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*. 18, no. 6.2, 119-127.
2. Kamble, S. S., Gunasekaran, A., Gawankar, S. A. (2020). Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications. *International Journal of Production Economics*. 219, 179-194.
3. Israelian, V., Holembovska N. (2018). The use of non-traditional raw materials in baby food. *Prodovolcha industriia APK*. vol. 6. 37-40.
4. Kolyanovska, L., Palamarchuk, I., Sukhenko, Y., et al. (2019). Mathematical modeling of the extraction process of oil-containing raw materials with pulsed

V. M. Israelian, N. V.Holembovska, N.M. Slobodyanyuk (2021). APPLICATION OF PAPAIN ENZYME IN TECHNOLOGY OF MEAT PRODUCTS. ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY, 12(3): 60-67. <https://doi.org/10.31548/animal2021.03.005>

Abstract. *Production of enzyme preparations occupies one of the leading places in modern biotechnology and belongs to the industries whose production is constantly growing and the field of application is expanding.*

Various enzyme preparations are widely used in the field of nutrition, this is due to their high catalytic activity, specificity of action, the ability to carry out biochemical reactions in mild conditions. Therefore, it is advisable to use enzymes for various industrial processes, both from an economic and technological point of view.

The purpose of the work was to investigate the chemical composition and the activity of papain enzyme preparation with subsequent application in technology of meat production in order to increase the biological value and improve the functional and technological properties of the finished product.

The analysis of literature sources and own research shows the prospects for research and the application of enzymes and enzyme preparations based on them in the food industry, as it improves the quality of finished products and the level of greening of production, more rational use of raw materials.

As a result of a study of the chemical composition, it was found that the papain enzyme has a high protein content of 87.44%, due to which it has a broader effect on meat proteins.

The dependence of papain activity on the pH of the medium, temperature, sodium chloride concentration, and enzyme concentration was studied. The results of the studies showed that the highest papain activity is in the range at pH 5.5–6.0. The enzyme has a maximum collagenase activity at pH 6.0 and at a temperature of 50–60 °C.

Keywords: *enzyme preparation, papain, enzyme, biotechnology, safety*
