

Світлана ДАНИЛЕНКО

ВПЛИВ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТУ НА ПРОТЕОЛІТИЧНІ ПРОЦЕСИ У СИРОВ'ЯЛЕНИХ М'ЯСНИХ ПРОДУКТАХ

Представлено результати досліджень впливу ферментативного протеолізу свинини та яловичини препаратом протосубтиліном на технологічні показники кінцевих продуктів і їх біологічну цінність. Доведено, що його застосування активізує розщеплення білків м'язової тканини, збільшує пул вільних амінокислот, зокрема відповідальних за смако-ароматичний букет готової продукції, сприяє формуванню її ніжної та пластичної консистенції.

Ключові слова: активність води, вологозатримувальна здатність, м'ясна сировина, протеоліз, протосубтилін.

Даниленко С. Влияние ферментного препарата на протеолитические процессы в сыровяленых мясных продуктах. Представлены результаты исследований влияния ферментативного протеолиза свинины и говядины препаратом протосубтилином на технологические показатели конечных продуктов и их био-

логическую ценность. Доказано, что его применение активизирует расщепление белков мышечной ткани, увеличивает пул свободных аминокислот, в том числе ответственных за вкусо-ароматический букет готовой продукции, и способствует формированию ее нежной и пластичной консистенции.

Ключевые слова: активность воды, влагоудерживающая способность, мясное сырье, протеолиз, протосубтилин.

Постановка проблеми. Раціональне харчування є одним із найважливіших чинників, що впливає на здоров'я населення. Воно забезпечує нормальний розвиток людини, сприяє профілактиці різних захворювань, подовженню тривалості життя, підвищенню працездатності та створює умови для адекватної адаптації до навколишнього середовища [1].

Використання розчинних ферментів у харчовій промисловості обмежується складністю біотехнологій чистих ферментних препаратів, зокрема високою чутливістю до технологічних режимів при виробництві як власне препарату, так і харчових продуктів із їх використанням. Зазначене, унікальні дефіцитні реактиви та специфічне обладнання при виробництві істотно підвищують вартість ферментів. Біологічні катализатори застосовують переважно одноразово. Використовуючи ферменти, більшість процесів неможливо перевести на безперервний технологічний режим і зупинити перебіг ферментативної реакції на потрібній стадії [2; 3].

Досвід практичного використання ферментів для обробки м'ясної сировини свідчить про можливість забезпечити раціональне використання м'ясних ресурсів, інтенсифікувати виробництво продуктів, підвищити їхню якість і збільшити вихід готової продукції.

Застосування ферментних препаратів (натуральних м'ясних, натуральних мікробіологічного походження, виділених із рослинних і тваринних джерел) у переробці м'ясної сировини уможливорює значно прискорити низку біохімічних реакцій, відкриває перспективи модифікації та інтенсифікації процесів переробки, прискорюючи пом'якшення та поліпшуючи ніжність тканин [4].

Найбільш дешевим і доступним джерелом протеолітичних ферментів є різні види мікроорганізмів: бактерії, актиноміцети, водорості, дріжджі та мікроміцети. Протеолітичні ферменти мікробного походження діють переважно на білки м'язової тканини [5].

Особливе значення має ферментація білків і білкових систем міцної структури. Застосування ферментів із заданими властивостями приводить до значного підвищення біологічної та технологічної функціональності колагеномісткої сировини, уможливорює частково замінювати основну сировину, покращувати властивості та вихід продуктів за рахунок конверсії структури білків і трансформації властивостей складних біологічних систем [6].

Мета роботи – дослідження впливу ферментативного протеолізу свинини та яловичини протеолітичним ферментним препаратом про-

тосубтиліном на технологічні показники кінцевих продуктів і їх біологічну цінність.

Матеріали та методи. Об'єкти досліджень – ферментний препарат протосубтилін (виробник ЗАТ "Ензим", м. Ладижин); контрольні зразки – спинний мускул свинини (зразок № 1) та яловичини (зразок № 2), витримані за температури 5–8 °С у розсолі із сіллю кухонною (3.8 %), глюкозою (2 %) та нітритом натрію (0.02 %). Протосубтилін внесено до розсолу для дослідних зразків у кількості 0.01 % до маси сировини (для свинини – зразок № 3, для яловичини – зразок № 4).

Підготовлений розсіл шприцювали голчастим шприцом у кількості 20 % до маси свинини, та 30 % – до маси яловичини, після чого витримували в розсолі протягом 48 год при температурі 8–10 °С за стаціонарних умов. Ферментування м'ясної сировини здійснено в кліматичній камері за значень температури, що регламентуються технологією продукту балик "Дарницький" [7] протягом десяти діб.

Загальний азот і небілкові азотовмісні сполуки визначено за методом К'ельдаля [8]; вміст вологи – сушінням за ГОСТ 9793–74 [9]; активну кислотність (рН) – потенціометрично; вологозатримувальну здатність – за методом пресування [10]; амінокислотний склад – після осадження сульфосаліциловою кислотою на аналізаторі LC-2000 ("Біотронік"); значення показника активності води (a_w) – портативним приладом *AquaLab* Серії 3TE (США) за ДСТУ ISO 21807:2007 [11]; структурно-механічні дослідження (робота різання та зусилля зрізу) – на універсальній механічній тест-машині *SANS* серії CMT CMT2503 (*Shenzhen SANS Testing Co. Ltd.*) з насадкою *Warner-Blatzler* [12].

Результати дослідження. Важливим показником ступеню протеолізу та визрівання ферментованих продуктів є вміст вільних амінокислот. Ці сполуки впливають на формування смаку готового продукту, надаючи йому характерного специфічного відтінку. Вміст вільних циклічних і ациклічних амінокислот досліджено на початку ферментування та на десятю добу дозрівання (табл. 1). Протеолітичну активність композицій оцінено за рівнем приросту вільних амінокислот до початкового їх вмісту в м'ясній сировині.

Таблиця 1

Приріст вмісту вільних амінокислот у готових сиров'ялених продуктах

Зразок		Приріст, %	
		циклічних амінокислот	ациклічних амінокислот
Вихідна м'ясна сировина		0.00	0.00
На десятю добу ферментування	свинини	18.04	183.38
	свинини з протосубтиліном	228.92	257.48
	яловичини	227.29	152.72
	яловичини з протосубтиліном	317.22	306.11

На десяту добу дозрівання загальна кількість вільних амінокислот істотно зросла у варіантах із ферментним препаратом залежно від особливостей сировини – на 48 та 32 % для баликів зі свинини та яловичини відповідно.

Дослідні зразки готового продукту № 3 та № 4 містили порівняно з контролем більше вільних амінокислот, які формують специфічний м'ясний смак, а саме: глютамінову кислоту, лізин, фенілаланін, аланін, ізолейцин, метіонін, треонін та серін: вміст незамінних амінокислот у цих варіантах збільшився у 1.7 та 3.4 раза, а замінних – у 1.4 та 1.3 раза відповідно.

Важливою характеристикою якості готових м'ясних виробів є їхні реологічні властивості, виражені показниками – напруження зрізу та робота різання. Зусилля зрізу відображає структуру (консистенцію) м'ясних продуктів, характеризує ступінь ніжності та жорсткості готового виробу й залежить від якісного складу білків м'яса, вмісту сполучної тканини, вологи, жиру. Гранична напруга зрізу найповніше відображає внутрішню текстуру продукту, характеризує її якісні розбіжності, консистенцію та ступінь механічної обробки. Для визначення показника зусилля зрізу застосовують метод пенетрації, оснований на встановленні структурно-механічних властивостей продуктів за величиною їх опору під дією індекторів різних форм і розмірів.

За величиною граничного зусилля зрізу найбільш об'єктивно можна оцінити консистенцію продукту, тоді як зусилля зрізу характеризує міцність і жорсткість системи, що тісно пов'язані з якістю продукту (табл. 2).

Таблиця 2

Реологічні властивості дослідних зразків

Номер зразка	Тривалість визрівання, діб	Робота різання, Дж	Зусилля зрізу, кН/м ²
1	0	1928.91	126.24
	10	1707.43	152.88
2	0	2876.43	220.33
	10	2479.68	307.495
3	0	1423.48	125.12
	10	1259.72	144.165
4	0	2323.16	153.25
	10	2061.37	330.7475

Упродовж дозрівання дослідних варіантів їхня жорсткість збільшувалася, про що свідчить зростання показника зусилля зрізу на 13 % від початкового рівня для зразків № 1 та № 3, а для зразків № 2 та № 4 – майже на 16 %.

Одним із важливих параметрів якості та безпечності харчових продуктів є показник активності води (a_w). Делікатесні сиров'ялені та сирокочені готові продукти мають значення активності води в межах 0.78–0.85.

Структурні та структурно-механічні властивості дослідних і контрольних зразків, такі як зусилля зрізу, термодинамічний показник – активність води, досліджено залежно від вологи продукту. Початкова вологість сировини становила для свинини 70.46 та 71.43 г/100 г, a_w – 0.990 та 0.988 відповідно.

Закономірні зміни активності води та вологи продуктів відбуваються на зміни показника зусилля зрізу. При зниженні вологості відбувається зміцнення текстури продуктів завдяки вилученню мікрокапілярної вологи. Через певний час вільна волога повністю випаровується й залишається зв'язана міжмолекулярно-структурована волога, кількість якої також зменшується. Унаслідок цих процесів відбувається усадка продуктів. Цей період характеризується прямолінійною залежністю активності води від вологи продукту. Зменшення вологи продуктів приводить до зниження величини активності води та, відповідно, збільшення енергії зв'язку вологи.

Протягом десяти діб визрівання м'ясних продуктів відбувалися зміни фізико-хімічних показників, результати досліджень яких надано в *табл. 3*.

Експериментально встановлено, що на десяту добу визрівання дослідні зразки суцільном'язевого сиров'яленого продукту із свинини та яловичини мали значення a_w відповідно нижчі на 16.9 та 12.0 %, у контролі – на 9.7 та 8.1 % до початкового значення показника у сировині.

Таблиця 3

**Фізико-хімічні показники дослідних зразків
протягом визрівання**

Номер зразка	Тривалість визрівання, діб	Масова частка, г/100 г		Вологозатримувальна здатність, %	Активність води (a_w)
		вологи	білка		
1	0	70.46	25.41	58.01	0.990
	3	69.54	27.13	67.28	0.947
	10	61.35	31.45	69.65	0.894
2	0	71.43	23.25	50.46	0.988
	3	68.64	25.78	63.44	0.965
	10	59.34	31.68	65.14	0.908
3	0	70.43	25.50	58.01	0.991
	3	65.86	27.01	62.10	0.922
	10	59.86	30.44	64.15	0.824
4	0	71.42	22.95	50.46	0.989
	3	64.32	25.90	63.3	0.937
	10	57.11	32.78	68.1	0.861

Зменшення відсотка вмісту вологи в зразках супроводжується підвищенням вологозв'язувальної здатності, що свідчить про зниження частки слабкозв'язаної вологи в готових продуктах. Підтвердженням цього є також результати визначення активності води.

Отже, додавання до сировини ферментного препарату стимулювало зменшення активності води та масової частки вологи протягом технологічного процесу по відношенню до контролю. Все це дає підстави для віднесення зразків, виготовлених зі застосуванням ферменту, до групи продуктів тривалого зберігання, для яких активність води менше 0.91.

На десяту добу визрівання продукту в зразках № 1 та № 3 вміст вологи зменшувався на 13–16 %, у № 2 та № 4 – на 17–21 %. Це свідчить про помірне випаровування води в усіх зразках, що запобігає небажаному швидкому їх підсиханню.

Зі зменшенням масової частки вологи відбувся перерозподіл масових часток основних компонентів продукту. Зокрема, протягом визрівання масова частка білка в дослідних зразках збільшилася на 20–30 % відносно початкової кількості, а на десяту добу перебувала на рівні 30 % – для свинини та 32 % – для яловичини.

Додавання ферментного препарату до яловичини сприяло зниженню активної кислотності від 5.69 до 5.39, а для свинини – від 5.80 до 5.20, що може свідчити про активізацію молочнокислої мікрофлори завдяки збільшенню вмісту доступного азоту.

Висновки. Встановлено, що протеолітичний ферментний препарат протосубтилін позитивно діє на хімічні, фізико-хімічні, структурно-механічні характеристики солоних продуктів із м'яса свинини та яловичини. Доведено, що його застосування активізує розщеплення білків м'язової тканини, збільшує пул вільних амінокислот, зокрема відповідальних за смако-ароматичний букет готової продукції, сприяє формуванню її ніжної та пластичної консистенції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Ержанов К. Б.* Использование ферментов для получения мясных продуктов из нетрадиционного вида сырья / К. Б. Ержанов, Л. М. Ибрагимова, Г. Н. Жаксылыкова // Пищевая технология и сервис. — 1999. — № 2. — С. 27—30.
2. *Лизова В. Ю.* Ферменты та їх використання у м'ясній промисловості / В. Ю. Лизова, А. К. Башкирова // Мясной бизнес. — 2010. — № 6 (90). — С. 33—38.
3. *Перспективы* развития биотехнологии при производстве мясных продуктов с использованием ферментных препаратов животного происхождения / [Л. Б. Сметанина, Т. Г. Кузнецова, Б. А. Лисицын, В. З. Кракова] // Всё о мясе. — № 4. — 2004. — С. 27—30.
4. *Бойко О. А.* Воздействие коллагенолитического препарата на структуру мясного сырья / О. А. Бойко, Т. Г. Кузнецова // Мясная индустрия. — 2004. — № 4. — С. 47—49.
5. *Биотехнология* в мясной промышленности : обзорная информ. / [Рогов И. А., Хорольский В. В., Алехина В. А., Липатов Н. Н., Титов Е. И., Пыльцова Л. А.]. — М. : АгроНИИТЭИММП, 1986. — 28 с.

6. Влияние ферментативной обработки на микроструктуру коллаген-содержащего мясного сырья / [А. И. Черевко, В. А. Коваленко, О. В. Москаленко, С. И. Хвыля] // *Мясная индустрия*. — 2008. — № 2. — С. 71—73.
7. Бушкова Л. А. Сборник технологических инструкций по производству продуктов из свинины к ГОСТ 18236–85, ГОСТ 18255–85, ГОСТ 18256–85, ГОСТ 17482–85, ГОСТ 16594–85 / Л. А. Бушкова. — М. : ВНКМП, 1990. — 173 с.
8. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка : ГОСТ 25011–81. — Введ. 1983—01—01. — М. : Изд-во стандартов, 1981. — 12 с.
9. Продукты мясные. Методы определения влаги. : ГОСТ 9793–74. — Введ. 1975—01—01. — М. : Изд-во стандартов, 1974. — 8 с.
10. Журавская Н. К. Исследование и контроль качества мясопродуктов / Н. К. Журавская, Л. Т. Алехина, Л. М. Отряшенкова. — М. : Агропромиздат, 1985. — 296 с.
11. Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Метод визначення активності води : ДСТУ ISO 21807:2007. — [Чинний від 2009—01—01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2007. — 10 с.
12. Сэмс Р. А. Переработка мяса птицы / Р. А. Сэмс ; пер. с англ. В. В. Гущина. — СПб. : Профессия, 2007. — 432 с.

Стаття надійшла до редакції 12.09.2013.

Danylenko S. Effect of enzyme on the proteolytic processes in dry-cured meat products.

Background. Application of enzyme preparations in meat processing allows to considerably speed up the series of biochemical reactions and opens the interesting prospects for the modification and intensification of processes, accelerating mitigation and increasing the tenderness of tissues.

Material and methods. Research objects – enzyme protosubtylin, control samples – dorsal muscle of pork (sample N 1) and beef (sample N 2), soaked in brine at 5–8 ° C with salt pans (3.8 %), glucose (2 %) and sodium nitrite (0.02 %). Brine included protosubtylin (0.01 % by weight of raw material: for pork – like sample N 3 for beef – like sample N 4). Prepared brine was injected with needle syringe in an amount of 20 % by weight of pork, and 30 % – by weight of beef kept in brine 48 hours at a temperature of 8–10 C, fermentation was completed within ten days.

The total nitrogen and nonprotein nitrogen-containing compounds were defined by the Kjeldahl method [8], the moisture content – by drying, active acidity (pH) – potentiometrically; moisturekeeping ability – by pressing [10], the amino acid composition – by the analyzer LC-2000 (Biotronik); a_w – by device AquaLab Series 3TE (USA), structural and mechanical study – by test machine SANS Series SMT CMT2503 (Shenzhen SANS Testing Co. Ltd.) with a conductor Warner-Blatzler [12].

Results. Application of enzyme activates the cleavage of proteins in muscle tissue, increases the pool of free amino acids that form a specific meat taste, namely: glutaminic acid, lysine, phenylalanine, alanine, isoleucine, methionine, threonine and serine, including those responsible for taste-aromatic bouquet of finished products, and promotes its soft and plastic consistency.

Conclusion. We found that the addition to the raw meat enzyme preparation stimulated the reduction of the mass fraction of moisture and a_w in the finished products, which gives grounds for assigning them to a group of long storage products, for which the water activity is less than 0.91.

Key words: water activity, water-holding capacity, raw meat, proteolysis, protosubtylin.

REFERENCES

1. *Erzhanov K. B.* Ispol'zovanie fermentov dlja poluchenija mjasnyh produktov iz netradicionnogo vida syr'ja / K. B. Erzhanov, L. M. Ibragimova, G. N. Zhaksylykova // Pishhevaja tehnologija i servis. — 1999. — № 2. — S. 27—30.
2. *Lyzova V. Ju.* Fermenty ta i'h vykorystannja u m'jasnij promyslovosti / V. Ju. Lyzova, A. K. Bashkyrova // Mjasnoj byznes. — 2010. — № 6 (90). — S. 33—38.
3. Perspektivy razvitija biotehnologii pri proizvodstve mjasnyh produktov s ispol'zovaniem fermentnyh preparatov zhivotnogo proishozhdenija / [L. B. Smetanina, T. G. Kuznecova, B. A. Lisicyn, V. Z. Krakova] // Vsjo o mjase. — № 4. — 2004. — S. 27—30.
4. *Bojko O. A.* Vozdejstvie kollagenoliticheskogo preparata na strukturu mjasnogo syr'ja / O. A. Bojko, T. G. Kuznecova // Mjasnaja industrija. — 2004. — № 4. — S. 47—49.
5. *Biotehnologija v mjasnoj promyshlennosti : obzornaja inform.* / [Rogov I. A., Horol'skij V. V., Alehina V. A., Lipatov N. N., Titov E. I., Pyl'cova L. A.]. — M. : AgroNIITJeIMMP, 1986. — 28 s.
6. *Vlijanie fermentativnoj obrabotki na mikrostrukturu kollagensoderzhashhego mjasnogo syr'ja* / [A. I. Cherevko, V. A. Kovalenko, O. V. Moskalenko, S. I. Hvylja] // Mjasnaja industrija. — 2008. — № 2. — C. 71—73.
7. *Bushkova L. A.* Sbornik tehnologicheskikh instrukcij po proizvodstvu produktov iz svininy k GOST 18236–85, GOST 18255–85, GOST 18256–85, GOST 17482–85, GOST 16594–85 / L. A. Bushkova. — M. : VNKIMP, 1990. — 173 s.
8. *Mjaso i mjasnye produkty. Metody opredelenija belka : GOST 25011–81.* — Vved. 1983—01—01. — M. : Izd-vo standartov, 1981. — 12 s.
9. *Produkty mjasnye. Metody opredelenija vlagi. : GOST 9793–74.* — Vved. 1975—01—01. — M. : Izd-vo standartov, 1974. — 8 s.
10. *Zhuravskaja N. K.* Issledovanie i kontrol' kachestva mjasoproduktov / N. K. Zhuravskaja, L. T. Alehina, L. M. Otrjashenkova. — M. : Agropromizdat, 1985. — 296 s.
11. *Mikrobiologija harchovyh produktiv i kormiv dlja tvaryn. Metod vyznachennja aktyvnosti vody : DSTU ISO 21807:2007.* — [Chynnyj vid 2009—01—01]. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2007. — 10 s.
12. *Sjems R. A.* Pererabotka mjasa pticy / R. A. Sjems ; per. s angl. V. V. Gushhina. — SPb. : Professija, 2007. — 432 s.