

УДК 637.521.058.232.6

**Мороз В.Ф.**, магістр 1 року навчання, (valyuk@bigmir.net) ©**Штонда О.А.**, к.т.н., доцент (oasht@ukr.net)*Національний університет біоресурсів та природокористування України, м.Київ***ВИКОРИСТАННЯ ЕНЗИМІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ М'ЯСНИХ ВИРОБІВ**

*Наведений огляд сучасних напрямів використання ферментів в обробці м'ясних виробів. Особлива увага приділена ферментам, які каталізують утворення ковалентних поперечних зв'язків між вільними аміногрупами лізину та гамма-карбоксиамідними групами глутаміну. Використання ферментних препаратів надає широкі можливості для удосконалення технологічних процесів, скорочення тривалості виробництва та підвищення якості продукції.*

**Ключові слова:** *ензими, ферментні препарати, трансглутаміназа, м'ясо, активність, середовище.*

**Вступ.** Виробництво м'ясних виробів і м'ясопродуктів в Україні на сьогодні характеризується дефіцитом сировинного забезпечення, а також погіршенням показників якості м'ясної сировини. При цьому економіка країни ставить нові завдання з підвищення якості та розширення асортименту продукції, що зобов'язує фахівців впроваджувати нові технології, здатні забезпечити рентабельну та безперебійну роботу підприємств.

Ресурсозберігаючі технології харчових продуктів є реальним джерелом посилення сировинної бази переробних галузей. Відомо, що у вітчизняній м'ясопереробній галузі близько 14% ресурсів, що містять білок, залишаються невикористаними. Зростаюча потреба в забезпеченні виробництва м'ясними ресурсами призводить до необхідності залучення в технологічні процеси сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини та пошуку шляхів підвищення її технологічних властивостей. Перспективним у цьому напрямку є використання способів ферментативної обробки м'ясної сировини. Переваги використання ферментних препаратів обумовлені їх 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.

Досвід практичного використання ферментів для обробки м'ясної сировини свідчить про те, що цей метод дозволяє забезпечити раціональне використання м'ясних ресурсів, інтенсифікувати виробництво продуктів, підвищити їх якість і збільшити вихід готової продукції.

**Мета досліджень.** Визначити ефективність застосування ферментних препаратів при обробленні м'ясної сировини.

**Матеріал та методи досліджень.** Дослідження проводили в лабораторних умовах кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів та природокористування України.

Проведені такі хімічні дослідження: визначення вмісту вологи проводили за ДСТУ ISO 1442:2005; визначення вмісту жиру проводили за ДСТУ 4941:2008; визначення рН проводили за ГОСТ 26188-84.

**Результати досліджень.** Ферменти (від латинського fermentum – закваска) – ензими, специфічні білкові каталізатори, присутні у всіх живих клітинах. Майже всі біохімічні реакції, що протікають в будь-якому організмі в своєму закономірному поєднанні – складові його обміну речовин, каталізуються відповідними ферментами. Регулюючи обмін речовин ферменти відіграють найважливішу роль у всіх процесах життєдіяльності.

Всі ферменти розділяються на дві великі групи: однокомпонентні, такі, що складаються виключно з білка, і двокомпонентні, такі, що складаються з білка, званого апоферментом, і небілкової частини, званою простетичною групою. Апофермент двокомпонентних ферментів називають також білковим носієм, а простетичну групу – активною групою [1].

Дія ферментів на відміну від неорганічних каталізаторів, суворо специфічна і залежить від будови субстрата, на який фермент діє. Дія ферментів залежить від ряду чинників, перш за все від температури і реакції середовища (рН). Оптимальна температура, при якій активність фермента найбільш висока, знаходиться зазвичай в межах 40–50 °С. При нижчих температурах швидкість ферментативної реакції, як правило, знижується, а при температурах, близьких до 0 °С, практично реакція повністю припиняється. При підвищенні температури вище оптимальної, швидкість ферментативної реакції також знижується і, нарешті, повністю припиняється. Зниження інтенсивності дії ферментів при підвищенні температури понад оптимальну пояснюється руйнуванням (денатурацією), що входить до складу ферментного білка. Оскільки білки в сухому стані денатуються значно повільніше, ніж білки обводнення (у вигляді білкового гелю або розчину). Інактивація ферментів у сухому стані відбувається набагато повільніше, ніж у присутності вологи. Тому сухі спори бактерій або сухе насіння можуть витримати нагрівання набагато вищих температур, ніж ті ж спори або насіння в зволоженому стані.

Найважливішим чинником, від якого залежить дія ферментів, як встановив вперше С. Серенсен, є активна реакція середовища – рН. Окремі ферменти розрізняються по оптимальній для їх дії величині рН. Так, наприклад, пепсин, що міститься в шлунковому соку, найбільш активний в сильноокислому середовищі (рН 1–2); трипсин – протеолітичний фермент, що виділяється підшлунковою залозою, має оптимум дії в слаболужному середовищі (рН 8–9); оптимум дії папаїна – протеолітичного фермента рослинного походження – знаходиться в слабоокислому середовищі (рН 5–6).

З рекомендацією Міжнародного біохімічного союзу, ферменти розділяють на 6 класів: 1) оксидоредуктази, 2) трансферази, 3) гідролази, 4) ліази, 5) ізомерази, 6) лігази. Рекомендована наступна нумерація ферментів.

Шифр (індекс) кожного фермента містить 4 числа, розділених крапками. Перша цифра вказує клас, друга – підклас, третя – підпідклас, четверта – порядковий номер в даному підпідкласі [2].

Зараз відомо близько 3000 ферментів, однак лише деякі використовуються як каталізатори технологічних процесів при виробництві харчових продуктів.

Ферментні препарати, які застосовуються для покращення якості м'яса, повинні мати такі властивості:

- викликати зміни сполучної тканини (розщеплювати мукопротеїдний комплекс, сприяючи зменшенню стійкості сполучної тканини до нагрівання, стимулювати гідроліз колагену та еластину);
- слабко діяти на м'язову тканину;
- мати більш високий температурний оптимум дії, зберігаючи здатність змінювати тканину при тепловій обробці;
- діяти у слабкислому чи нейтральному середовищі з максимальною активністю;
- бути безпечними для людини.

Існує кілька способів оброблення м'ясної сировини ферментними препаратами:

- аерозольний;
- занурення порційних шматків м'яса у ферментний розсіл;
- ін'єктування ферментного розчину;
- поверхнева обробка м'яса порошкоподібними препаратами.

Застосування ферментних препаратів у процесі переробки м'яса дозволяє значно прискорити ряд біохімічних реакцій та відкриває цікаві перспективи модифікації та інтенсифікації процесів переробки, прискорюючи пом'якшення та збільшуючи ніжність тканин. У м'ясній промисловості використовують три групи ферментів:

- натуральні м'ясні;
- натуральні мікробіологічного походження;
- виділені з рослинних і тваринних джерел [3].

Кожна група характеризується оптимальними умовами та діапазоном використання.

Найбільш дешевим і доступним джерелом протеолітичних ферментів є різні види мікроорганізмів: бактерії, актиноміцети, водорості, дріжджі та мікроскопічні гриби. Протеолітичні ферменти мікробного походження діють в основному на білки м'язової тканини. Разом з цим відомі деякі протеази, які володіють комплексною дією та проявляють активність також до колагену та еластину [4,5].

Близько 10 років тому на світовому ринку з'явилися ферменти — трансглютамінази, здатні зв'язувати білкові молекули та не гідролізувати їх. Трансглютаміназу отримують методом ферментації, частіше крохмалю, бактеріями *Bacillus subtilis* GT. Функціональні властивості ферменту не залежать від присутності кальцію і не міняються при величині рН 5 - 8, оптимальними

значеннями є 6 - 7. Оптимальна температура для функціонування ферменту - 55°C. Особливістю цих ферментів є те, що реакція між глютаміном і лізином обумовлена температурою і тривалістю самої реакції. Трансглютаміназа може легко окислюватися і інактивуватися цистеїном групи SH. Тому необхідно, щоб трансглютаміназа була захищена від кисню повітря і інших окислювачів.

*Механізм каталітичних реакцій з трансглютаміназою:*

- $\text{Gln-CO-NH}_2 + \text{H}_2\text{N-Lys} \rightarrow \text{Gln-CO-NH-Lys} + \text{NH}_3$ .
- $\text{Gln-CO-NH}_2 + \text{RNH}_2 \rightarrow \text{Gln-CO-NHR} + \text{NH}_3$ .

Завдяки своїм властивостям трансглютаміназа може використовуватись для склеювання дрібних шматків м'яса у більші, тим самим імітуючи продукт, вироблений з більш дорогої сировини; або склеювання поверхонь великих шматків м'яса.

Продукт, виготовлений з окремих шматків м'яса, дозволяє більш повністю використовувати сировину, даючи можливість виробництва виробів із найбільш цінних частин туші.

При виробництві м'ясних формованих виробів із декількох шматків застосовують різноманітні технологічні прийоми, направлені на отримання монолітного продукту. Ці прийоми можна об'єднати в 3 основні: механічна обробка (масування і т.д), обробку поверхні шматків з'єднувальними речовинами, поєднання механічної обробки і додавання зв'язувальних речовин.

Монолітність формованих продуктів залежить від ступеня адгезії. Під адгезією чи прилипанням розуміють явище зчеплення, яке виникає при контакті двох різних по своїй природі матеріалів. Для підвищення адгезійних властивостей матеріалів застосовують механічну обробку, яка зводиться до збільшення поверхні контакту адгезиву і субстрату. Обробка склеюваної поверхні зв'язувальними речовинами і поєднання з механічною обробкою, підвищують монолітність продукту, також збільшує адгезійні властивості матеріалу.

Зв'язувальними компонентами можуть бути речовини, які з самого початку входять в склад м'яса, наприклад, м'ясний сік, виділений на поверхню шматка в результаті механічної обробки в масажері чи в змішувачі. Обробка м'ясних шматків сіллю призводить до появи липкого шару з солерозчинних білків на поверхні, які значно підвищують адгезію.

Нами для зв'язування шматків м'яса було застосовано трансглютаміназу, яка будучи ферментом, "зшиває" білки натуральним шляхом, формуючи текстуру і зв'язування білків.[6,7]

Процес відтворення чи відновлення структури м'яса чи м'ясних продуктів на новій основі називається реструктурування. Метою даного процесу є формування вторинної структури продукту, сировина для якого спочатку піддана подрібненню чи іншим видам технологічної обробки.

**Висновки.** Ферментативні технології є одними з найбільш важливих і ефективних напрямів розвитку переробки різних видів харчової сировини.

Цілеспрямоване використання ферментів для обробки сполучної тканини є перспективним напрямком, який дозволяє отримувати безвідходні та екологічно безпечні технології.

Ефективністю використання ферментів є спосіб їх застосування, оскільки він повинен забезпечити рівномірний розподіл ферменту в оброблювальному об'єкті і хороший контакт ферменту з прошарками внутрішньом'язевої сполучної тканини.

Застосування реструктурування дозволяє відтворювати структуру, за органолептичними властивостями близьку до великошматкового м'яса, дає можливість раціонально використовувати сировину, регулювати органолептичні і структурно-механічні властивості виробів, варіювати хімічний склад готових продуктів, збільшувати вихід і рентабельність виробництва

#### Література

1. Диксон М., Узбб Э. Ферменты: пер. с англ.-М.: Мир, 1982.- Т.1-392 с.
2. Кнорре Д. Г., Мызина С. Д. Биологическая химия. – М.:Высш. шк. 1998. - 479с.
- 3.Пищевая химия: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям: 552400 'Технология продуктов питания'/ А.П. Нечаев, Светлана Евгеньевна Траубенберг, А.А. Кочеткова; Нечаев, Алексей Петрович.- 2-е издание, переработанное и исправленное. - СПб.: ГИОРД. - 2003.- 640 с.
4. Сметанина Л.Б., Кузнецова Т.Г., Лисицын Б.А., Кракова В.З. Перспективы развития биотехнологии при производстве мясных продуктов с использованием ферментных препаратов животного происхождения // Всё о мясе. -№4. -2004. - с. 27 -30.
5. Антипова Л.В., Зубаирова Л.А., Пешков А.С. Оценка качества и безопасности мясных продуктов // Всё о мясе - №1 -2006. - с. 8-9.
- 6.Данилов Н.П., Шлейкин А.Г. Субстратная специфичность фермента трансклотаминазы. Сб. «Проблемы техники и технологии пищевых производств» Деп. в ВИНТИ, № 535 – В, 2008 от 26.06.2008.
7. Батаева Д.С. Создание и использование коллагенолитического препарата микробного происхождения для улучшения качества мясных продуктов: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.04/ВНИИМП. -М., - 2001. - 23 с.

#### Summary

*The review of modern directions of the use of enzymes is resulted in treatment of meat wares. The special attention is spared enzymes, catalyst formation of covalently tie-bars between free aminogroups of lizin and  $\gamma$ -carbocsiamids groups of glutamin. The use of enzymic preparations gives wide possibilities for perfection of technological processes, reduction of duration of production and upgrading products.*

**Keywords:** *enzymes, enzymic preparations, meat, activity, environment.*

Рецензент – к.вет.н., доцент Паска М.З.