

УДК 637.5.032

Биотехнологические методы регулирования функционально-технологических свойств фаршевых систем

Канд. ветеринар. наук С.П. Меренкова, dubininup@mail.ru

канд. техн. наук А.А. Лукин, lukin321@rambler.ru

Южно-Уральский государственный университет (НИУ)

г. Челябинск, проспект Ленина, 76

Ферментные препараты позволяют целенаправленно регулировать функционально-технологические свойства мясных систем. Технологический эффект воздействия трансглутаминазы на белки заключается в структурировании разрушенных механическим и биохимическим воздействием белковых молекул, образовании ковалентных связей между аминокетильными группами как белков одного вида, так и между белками, отличающимися по типу.

Материалом для исследования служил фермент Трансглутаминаза марки "БиоБонд ТГ-ЕВ3" (концентрированная), производимая ООО «Флора Ингредиентс». Объектами исследования являлись образцы многокомпонентных фаршевых систем, изготовленные по рецептуре вареного колбасного изделия, содержащие сырье животного и растительного происхождения.

В процессе ферментации реакция среды мясной системы постепенно увеличивалась, сдвигаясь от изоэлектрической точки мясных белков, причем более эффективно сдвиг реакции среды происходил в образцах, содержащих ферментный препарат трансглутаминазу. При применении фермента ТГЛ в опытных образцах фаршевых систем наблюдали возрастание водосвязывающей способности, уровень ВСС достигал значения 99,7% уже через 8 часов созревания, что связано с накоплением в мясной системе солерастворимых белков.

Опытные образцы фарша обладали наиболее высоким значением напряжения сдвига, отличались более высокой прочностью и устойчивостью по отношению к прикладываемому напряжению. Использование трансглутаминазы «быстрая» и «водорастворимая» способствовало формированию плотного пространственного каркаса и получению монолитной структуры фарша, что позволяет профилактировать образование технологических дефектов готовых изделий.

Ключевые слова: Фермент трансглутаминаза, фаршевые системы, функционально-технологические свойства, структурно-механические свойства, созревание мясного сырья, влагосвязывающая способность, предельное напряжение сдвига.

Biotechnology regulation methods of functional and technological properties of minced systems

Ph. D. S.P. Merenkov, dubininup@mail.ru

Ph. D. A.A. Lukin, lukin321@rambler.ru

The southern Ural state university (NIU)

Chelyabinsk, Lenin Avenue, 76

Enzyme preparations allow purposefully regulate functional and technological properties of meat systems. Process for the effect of the transglutaminase protein is destroyed mechanically structuring and biochemical exposure of protein molecules, the formation of covalent bonds between amino groups of proteins as a single species or between proteins differing in type.

Material for the study served as the enzyme transglutaminase brand BioBond TG-EB3 (concentrated) produced by LLC "Flora Ingredients." The objects of study were samples of minced multicomponent systems made according to a recipe cooked meat products containing raw materials of animal and vegetable origin.

In the fermentation process of the meat the reaction medium is gradually increased, moving from the isoelectric point of the meat protein, and more effectively shift reaction medium occurs in samples containing transglutaminase enzyme preparation. In the application of the enzyme THL prototypes minced

systems observed increase in water-binding capacity, the level reached BCC value 99.70% already after 8 hours of maturation, which is associated with the accumulation of meat in salt-soluble protein system.

Prototypes stuffing has the highest value of shear stress had higher durability and stability with respect to the applied voltage. The use of transglutaminase "fast" and "water-soluble" contributed to the formation of dense spatial framework and obtaining a monolithic structure of meat, which allows the formation of technological defects profilaktirovat finished products.

Keywords: The enzyme transglutaminase, minced system, functional and technological properties, structural and mechanical properties, the maturation of raw meat, water binding capacity, limiting shear stress.

Многокомпонентное мясное сырье отличается вариабельностью состава и свойств, что закономерно отражается на качестве готовой продукции. Ферментные препараты способствуют решению ряда технологических задач в производстве мясопродуктов, позволяя целенаправленно регулировать функционально-технологические свойства мясных систем, к которым относят влагосвязывающую, водо- и жиродерживающую способность, а также структурно-механические свойства [1].

Особый интерес представляют ферменты, способствующие формированию структуры продукта. Так фермент трансклутаминаза (ТГЛ) способен образовывать дополнительные связи в белковых молекулах, что способствует «сшиванию» белковых составляющих в многокомпонентных мясных системах. В результате ферментативного воздействия образуются высокомолекулярные соединения, содержащие глутамил-лизиновые внутри- и межмолекулярные связи, оказывающие влияние на структуру продукта и функциональные свойства белков. Ковалентные связи, образованные трансклутаминазой между свободными аминокетильными группами глутамина устойчивы к протеолизу. Связи образуются как внутри молекулы протеина, так и между отдельными его молекулами. Технологический эффект воздействия трансклутаминазы на белки разного состава заключается в структурировании разрушенных механическим и биохимическим воздействием белковых молекул. Это позволяет удерживать большее количество воды во вновь образованной белковой структуре [2, 3].

В традиционной технологии производства реструктурированных продуктов, для получения однородного продукта, повышения выхода готовых изделий применяют синтетические технологические добавки. Перспективные направления применения трансклутаминазы, связаны с участием фермента в образовании поперечных связей между белковыми молекулами, что позволяет формировать однородную плотную структуру эмульгированных мясных продуктов, снижать концентрацию поваренной соли и фосфатосодержащих пищевых добавок в рецептуре мясопродуктов. Фермент способствует дезаминированию природных аминокислот и биосинтезу новых аминокислот, что приводит к улучшению функционально-технологических свойств мясных систем [4, 5].

Трансклутаминазы – способствуют образованию ковалентных связей между аминокетильными группами как белков одного вида, так и между белками, отличающимися по типу, например казеином, миозином, глобулином или актином животных белков и глютенем пшеничной клейковины. Созданная таким образом белковая структура, стабильна в широком диапазоне рН и температур, а также устойчива к механическим воздействиям [6, 7].

В ходе эксперимента определялось воздействие фермента трансклутаминаза на мясной многокомпонентный фарш, используемый в приготовлении вареных колбасных изделий. Как известно, после механической обработки фаршевая система должна пройти через процесс созревания, в ходе которого происходит разрушение клеточных структур мышечной ткани, образования предшественников вкуса и аромата, извлечение белков для формирования пространственной структуры фарша вареных колбасных изделий и увеличения их биодоступности [8].

Материалом для исследования служил фермент Трансглутаминаза марки "БиоБонд TG–EB3" (концентрированная), производимая ООО «Флора Ингредиентс».

Температурный диапазон активности исследуемой трансглутаминазы – от 2 до 55°C, оптимальный уровень pH от 6 до 7. Кроме того, ее стабильность не зависит от других компонентов системы, в которой она находится, а образованная ферментом белковая матрица подобна естественной структуре белковой ткани.

Инактивация трансглутаминазы наблюдается в результате температурного воздействия, кислотности среды и продолжительного контакта с кислородом. Полная разрушение фермента происходит при температуре 72–75°C в течение 5–10 минут. Результатом тепловой инактивации фермента являются остаточные пептидные связи, полученные в процессе тепловой деструкции белковой молекулы фермента.

Объектами исследования являлись образцы многокомпонентных фаршевых систем, изготовленные по рецептуре вареного колбасного изделия, содержащие сырье животного и растительного происхождения. Было изготовлены контрольные и опытные образцы, содержащие разные концентрации фермента ТГЛ (таблица 1).

Биохимические и структурно-механические показатели определяли в динамике в процессе созревания фаршевой системы при температуре 4–6°C, в течение 16 ч.

Таблица 1

Рецептура образцов колбасы «Российская» (на 1 кг несоленого сырья)

Наименование сырья	Наименование образцов			
	№ 1 (контроль)	№ 2 (опыт)	№ 3 (опыт)	№ 4 (опыт)
	Расход основного сырья, г			
Говядина жилованная 2 сорта	450			
Свинина полужирная жилованная	150			
Щековина свиная	320			
Крахмал картофельный	50			
Мука пшеничная	30			
Итого	1000			
Наименование сырья	Вспомогательное сырье			
Вода, мл	350			
Соль, г	20			
Фермент Трансглутаминаза «БиоБонд TG–EB3 (быстрая)», г	–	1	2	–
Фермент Трансглутаминаза «БиоБонд TG–EB3 (водорастворимая)», г	–	–	–	4

Стабилизация значений pH в процессе технологической подготовки мясного сырья является важнейшим фактором формирования стандартных потребительских свойств мясопродуктов. Растворы трансглутаминазы проявляют буферные свойства и позволяют стабилизировать значение pH фаршевой системы при созревании (таблица 2).

Таблица 2

Результаты рН-метрии образцов мясной фаршевой системы

Номер образца	Период созревания			
	через 4 ч	через 8 ч	через 12 ч	через 16 ч
1	6,26	6,77	6,75	6,97
2	6,27	6,81	6,88	7,00
3	6,29	6,80	6,92	7,00
4	6,36	6,58	6,66	6,84

В процессе ферментации реакция среды мясной системы постепенно увеличивалась, сдвигаясь от изоэлектрической точки мясных белков, – от 6,26 до 7,0, что связано с накоплением продуктов гидролиза животных и растительных белков. Причем более эффективно протеолиз происходил в образцах, содержащих ферментный препарат транскляминазу.

При увеличении величины рН повышается ионная сила растворов белка, обеспечивается интенсивное набухание белковых мицелл, увеличивается уровень водосвязывающей и водоудерживающей способности.

Образуя поперечные связи между белками, транскляминаза создает сетчатую матрицу, что позволяет «сшивать» кусочки сырья, эффективно удерживать добавляемую влагу и вытекающий мясной сок. Прочность образованной белковой структуры зависит от концентрации фермента, температуры, уровня рН и времени ферментации [4]. Регулируя водосвязывающую способность фарша, можно уменьшать потери влаги и питательных компонентов при термообработке и повышать выход готового продукта (таблица 3) [9].

Таблица 3

Значения массовой доли связанной влаги в мясных фаршевых системах

Номер образца	Период созревания							
	X_1 –массовая доля связанной влаги в % к массе мяса				X_2 –массовая доля связанной влаги в % к общей влаге			
	через 4 ч	через 8 ч	через 12 ч	через 16 ч	через 4 ч	через 8 ч	через 12 ч	через 16 ч
1	49,85	54,78	50,52	59,88	80,40	81,48	88,06	88,35
2	45,22	53,14	60,00	58,32	78,50	88,56	97,20	99,70
3	55,18	58,00	58,00	58,00	81,14	99,70	99,70	99,70
4	41,03	48,24	57,44	57,27	70,74	88,92	99,03	98,74

При применении фермента ТГЛ в опытных образцах фаршевых систем наблюдаем постепенное возрастание водосвязывающей способности по мере созревания системы. Так в образцах № 3, содержащих 0,2% от массы сырья фермента ТГЛ «быстрая», – уровень ВСС в процентах от общей влаги достигает значения 99,70% уже через 8 часов созревания, в образцах № 2, содержащих более низкую концентрацию того же фермента – через 16 часов созревания. Увеличение влагосвязывающей способности, вероятно, связано с накоплением в мясной системе водо- и солерастворимых белков, имеющих высокую способность к набуханию и удержанию влаги.

Мясная эмульсия, является дисперсной системой, в которой дисперсионной средой является раствор белков и низкомолекулярных веществ, а дисперсной фазой – гидратированные белковые

мицеллы и жировые частицы, при этом солерастворимые белки являются эмульгаторами и стабилизаторами эмульсии. Стабилизация эмульсии позволяет получить высокоустойчивую систему с необходимыми структурно-механическими свойствами [10].

Структурно-механические свойства фаршевых систем определяют их поведение при технологической переработке, позволяя устанавливать оптимальные технологические условия процесса. Они обеспечивают желаемую структуру и плотность упругоэластичных продуктов, к которым относят колбасные изделия.

Результаты измерения структурно-механических свойств мясной фаршевой системы через 8 часов созревания на реометре BRUKFIELD R/S plus приведены на рисунках 1 и 2.

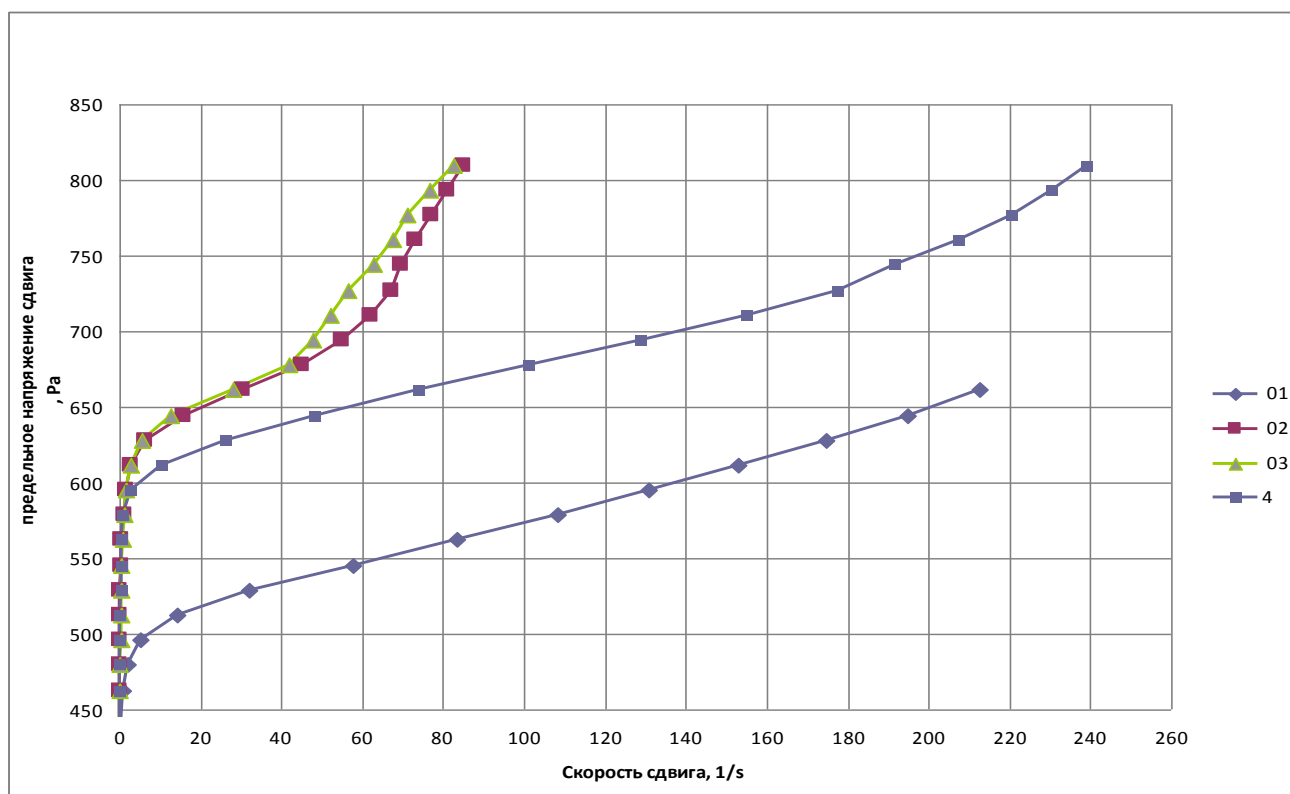


Рис. 1. Структурно-механические свойства фаршевой системы через 8 часов созревания

Полученные в ходе исследования данные, позволяют установить напряжение, при котором возникает сдвиг фазы и скорость сдвига при которой начинается стабильное увеличение текучести массы мясной фаршевой системы. Наиболее высокое напряжение сдвига, а, соответственно более высокая вязкость мясной системы характерна для образцов, содержащих фермент трансклотаминаза. Так при скорости вращения реометра 2,92 1/с возникает напряжение сдвига равное 595,07 Па, причем эта величина не отличается для всех опытных образцов мясных систем, содержащих фермент ТГЛ. В контрольных образцах напряжение сдвига составило 462,8 Па при скорости вращения реометра 0,17 1/с. Однако в опытных образцах № 3 за отведенный промежуток времени предельное напряжение сдвига достигло значения 793,46 Па при скорости вращения реометра 76,81 1/с, в образцах № 2 то же самое значение установлено при скорости вращения – 80,86, а в образцах № 4 – 230,19 1/с.

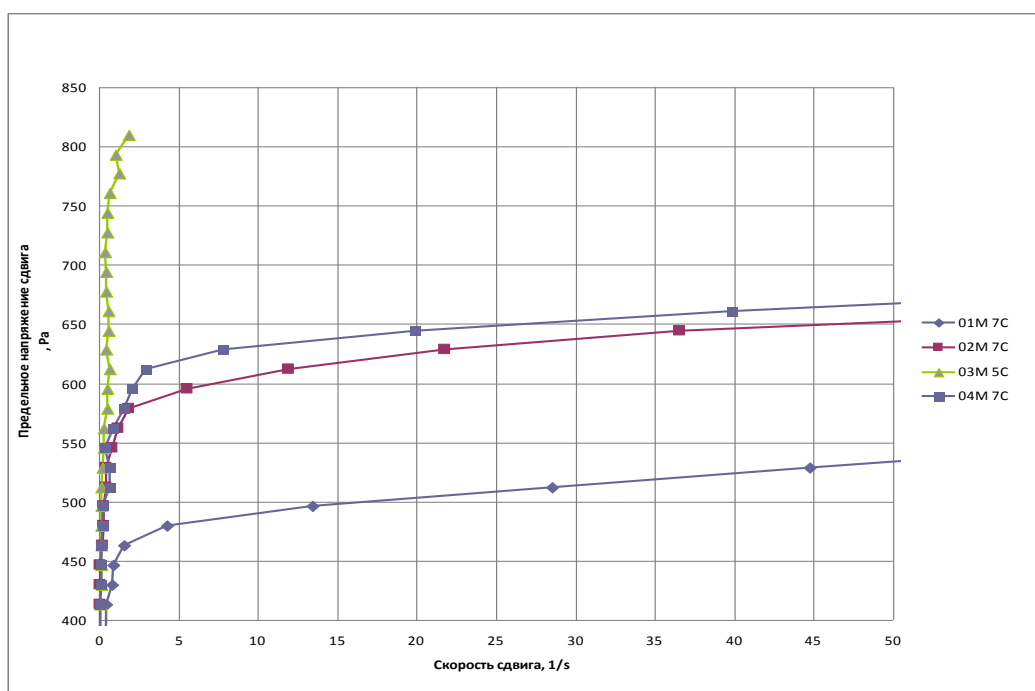


Рис. 2. Структурно-механические свойства фаршевой системы через 16 часов созревания

Несколько иначе ведет себя при внешнем воздействии полностью созревшая фаршевая система. Так было установлено, что через 16 часов созревания напряжение сдвига для контрольных образцов составило 413,24 Па при скорости 0,11/с, а для опытных образцов № 2, № 3 и № 4 545,48–562,03 Па при скорости вращения 0,88 1/с.

Установлено, что максимальных значений напряжение сдвига за весь период воздействия достигло для контрольных образцов – 528,96 Па при скорости 44,75 1/с, для опытных образцов № 2 и № 4 – 644,67–671,19 Па при скорости вращения реометра 66,56 1/с, для опытного образца № 3 – 809,87 Па при скорости вращения реометра 1,9 1/с. Таким образом, опытный образец № 3 обладал наиболее высоким значением напряжения сдвига, отличается более высокой прочностью и устойчивостью по отношению к прилагаемому напряжению.

Исходя из результатов экспериментальных исследований можно заключить, что применение фермента транглутаминаза марки "БиоБонд TG–ЕВ3" (концентрированная), способствует формированию оптимальных функциональных свойств фаршевых систем эмульгированных мясных изделий. В результате исследований установлено возрастание гидратационных свойств белков: увеличение влагосвязывающей способности фарша, улучшение структурно-механических характеристик мясных систем. Использование транглутаминазы «быстрая» и «водорастворимая» способствует формированию плотного пространственного каркаса и получению монолитной структуры фарша, что позволяет профилактировать образование технологических дефектов готовых изделий – пор, пустот, отеков и деформаций батона.

Литература

1. *Ишевский А.Л., Карлова В.А.* О возможности применения энзимов для получения натуральных полуфабрикатов из мясной обрезки // Вестник международной академии холода. 2012. № 2. С. 26–28.
2. *Казюлин Р.Г., Забашта А.Г., Басов В.О.* Формованные реструктурированные ветчинные изделия из мяса кроликов // Мясная индустрия. 2006. № 1. С.35–36.
3. *Данилов Н.П.* Применение транглутаминазы в производстве ферментированных молочных продуктов: автореф. дис. ... канд. тех.наук. СПб., 2011. 24 с.

4. Пономарев А.Н., Шуваева Г.П., Мерзликina А.Н. Биотехнология кефира с новыми свойствами // Вестник ВГУИТ. 2014. № 1. С.189–192.
5. Архангельская П.А., Мурашев С.В. Натуральные колбасные оболочки: характеристика, подготовка, дефекты, термообработка // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2014. № 1.
6. Семенова, А.А., Туниева Е.К., Горбатов С.А. Перспективы использования транsgлутаминазы для производств мясных продуктов // Все о мясе. 2011. № 2. С. 14–15.
7. Курчаева Е.Е., Лютикова А.О., Мельникова Е.С., Максимов И.В. Использование методов биотехнологии для создания эмульгированных мясных продуктов нового поколения // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 4–3(9–3). С. 453–457.
8. Якуш Е.В., Наседкин А.В. Каталитические свойства транsgлутаминаз и перспективы их использования для создания пищевой продукции из фаршей // Изв. тихоокеан.н.-и. рыбхоз. центра. 1999. С. 125.
9. Патракова И.С., Гуринович Г.В., Алексеевнина О.Я. Изучение функциональных свойств мяса в зависимости от состава посолочной смеси // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 1. С. 68–72.
10. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Технология мяса и мясных продуктов. Книга 1. Общая технология мяса: учебник. М.: КолосС, 2009. 565 с.
11. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колос, 2001. 376 с.

References

1. Ishevsky A.L., Karlova V.A. About possibility of use of enzymes for receiving natural semi-finished products from a meat trimming. *Messenger of the international academy of cold*. 2012. No. 2, pp. 26-28.
2. Kazyulin R.G., Zabashta A.G., V. O Basses. The formed re-structured ham products from meat of rabbits. *The Meat industry*. 2006. No. 1, pp. 35-36.
3. Danilov N.P. Application of a transglyutamnaza in production of the fermented dairy products. *Extended abstract of candidate's thesis*. St. Petersburg, 2011, 24 p.
4. Ponomarev A.N., Shuvayeva G. P., Merzlikin A.N. Biotekhnologiya of kefir with new properties. *VGUIT bulletin*. 2014, № 1, pp. 189-192.
5. Arkhangel'skaya P.A., Murashev S.V. Natural'nye kolbasnye obolochki: kharakteristika, podgotovka, defekty, termoobrabotka. *Scientific journal NRU ITMO Series "Processes and equipment for food production"*. 2014. № 1.
6. Semenova, A.A. Prospects of use of a transglyutaminaza for productions of meat products / A.A. Semenova, E.K. Tuniyev, S. A. Gorbатов. *All about meat*. 2011. No. 2, pp. 14-15.
7. Kurchayeva E.E., Lyutikov A.O., Melnikov E.S., Maximov I.V. Use of methods of biotechnology for creation of the emulsified meat products of new generation. *Actual directions of scientific researches of the XXI century: theory and practice*. 2014. V. 2, № 4–3(9–3), pp. 453–457.
8. Yakush E.V., Nasedkin A.V. Catalytic properties транsgлутаминаз and prospects of their use for creation of food products from forcemeats. *News-and. fish farm. center*. 1999. P. 125.
9. Patrakova, I.S. Studying of functional properties of meat depending on composition of posolochny mix / I.S. Patrakova, G. V. Gurinovich, O. Ya. Alekseevnina. *Equipment and technology of food productions*. 2014. No. 1, pp. 68–72.
10. Horns I.A., Zabashta A. G., Kazyulin G. P. *Technology of meat and meat products*. Book 1. General technology of meat: textbook. Moscow, Colossus Publ., 2009, 565 p.
11. Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. *Methods of research of meat and meat products*. Moscow, Kolos Publ., 2001. 376 p.