

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ
В ТЕХНОЛОГИИ МЯСНЫХ СИСТЕМ**
The use of plant enzymes in the technology of meat systems

П. А. Кечин, аспирант

Д. В. Гращенков, кандидат технических наук

Уральский государственный экономический университет
(Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной воли, 62/45)

Рецензент: Н. В. Тихонова, доктор технических наук, профессор

Аннотация

В статье рассмотрено влияние фермента растительного происхождения – бромелайн, на физико-химические свойства сырья животного происхождения. Цель работы показать влияние фермента растительного происхождения на качественные показатели различных пищевых систем животного происхождения. Объектом исследования были: говядина (внутренняя часть тазобедренного отруба, бескостная), грудка цыпленка бройлера и тушка кальмара Командорского в охлажденном состоянии. Установлено, что во всех обработанных образцах наблюдалось значительное снижение ВУС, особенно при повышении концентрации бромелайна ($p < 0,05$). При этом, все три экспериментальных образца, обработанные бромелайном, существенно отличались от контрольных образцов по общему проценту сохранения массы после варки.

Ключевые слова: бромелайн, фермент, пищевые системы.

Summary

The article considers the effect of an enzyme of plant origin – bromelain, on the physico-chemical properties of raw materials of animal origin. The aim of the work is to show the effect of an enzyme of plant origin on the qualitative indicators of various food systems of animal origin. The object of the study was: beef (the inner part of the hip bran, boneless), breast of broiler chicken and carcass of Commander squid in a chilled state. It was found that in all treated samples there was a significant decrease in VUS, especially with an increase in bromelain concentration ($p < 0.05$). At the same time, all three experimental samples treated with bromelain differed significantly from the control samples in terms of the total percentage of mass retention after cooking.

Keywords: bromelain, enzyme, food systems.

В рамках осуществления мероприятий концепции государственной политики в области здорового и безопасного питания наиболее инновационным направлением является создание мясных продуктов с определенными характеристиками, такими как соотношение компонентов, пищевая и биологическая ценность, себестоимость и другие, обладающих общеукрепляющими и лечебно-профилактическими свойствами [1]. Решение этой проблемы также связано с разработкой подходов к максимальному вовлечению всех аспектов, включая значительное содержание коллагенсодержащих компонентов в мясных продуктах [2, 3].

Опыт в России и за рубежом показывает, что использование растительных, животных и микробиологических ферментных препаратов, обладающих протеолитической активностью и способных частично гидролизовать белки мяса с высоким содержанием соединительной ткани, является важным и перспективным направлением [4].

Введение ферментных препаратов в сырье приводит к эффекту сходному с автолитической трансформацией белковых структур. Под их воздействием процессы созревания мяса происходят в 3-5 раз быстрее и завершаются в более короткие сроки. Ферментные препараты оказывают специфическое воздействие на основные белки мяса - миозин, коллаген и эластин. Интенсивность и глубина изменений в белковых структурах мяса зависят от вида, дозировки препаратов, физико-химических условий и продолжительности обработки. Воздействие ферментов приводит к существенным изменениям в белках мяса и, следовательно, в системе экстрактивных веществ, что в итоге влияет на формирование необходимой консистенции (нежности), уровня водосвязывающей и адгезионной способностей, вкуса и аромата [5].

Протеолитические ферменты, включающие в себя растительные протеазы, влияют на скорость и качество тендеризации мяса. Согласно различным, проведенным ранее исследованиям [6], значения силы сдвига Уорнеру-Братцлеру (Warner-Bratzler) были уменьшены растительными протеазами, включая порошки кукумиса и имбиря. При этом на примере мяса говядины было отмечено, что в мясе, состоящего из большого количества мышечных волокон и различной скорости деградации соединительной ткани, значения силы сдвига снижались при добавлении экстракта корневища имбиря [7].

Цель работы показать влияние фермента растительного происхождения на качественные показатели различных пищевых систем животного происхождения.

Объектом исследования были: говядина (внутренняя часть тазобедренного отруба, бескостная), грудка цыпленка бройлера и тушка кальмара Командорского в охлажденном состоянии.

Бромелайн - протеолитический фермент растений семейства бромелиевых, в частности ананаса, сходный по функции с папаином и фицином. Препараты бромелайна представляют собой гетерогенную смесь нескольких цистеиновых протеиназ. Ферментную обработку проводили погружением в раствор фермента.

Результаты расчета и оценка влияния добавления бромелайна на физико-химические свойства мяса представлены в таблице 1.

Установлено, что во всех обработанных образцах наблюдалось значительное снижение ВУС, особенно при повышении концентрации бромелайна ($p < 0,05$). При этом самые низкие значения данного показателя наблюдались в обработанном мясе говядины в сравнении с другими анализируемыми образцами. Кальмары показали самый высокий показатель ВУС среди обработанных образцов, однако самые высокие значения для каждого типа мяса были достигнуты в контрольных образцах всех видов мяса.

Наиболее высокий результат ВУС в контрольных образцах может быть обусловлен общим снижением количества реактивной группы белка, доступной для связывания воды. При этом снижение данного показателя во всех обработанных экспериментальных образцах может быть связано с более низким рН. Данное падение уровня рН может оказывать влияние на общее снижение количества реактивных групп белка, играющих роль как фактора удержания влаги внутри готового изделия.

К основной причине снижения можно отнести незначительную денатурацию саркоплазматических белков, играющих важную роль в определении ВУС продукта. Стоит отметить, что данный показатель играет роль в определении общего качества мяса, поскольку многие свойства продукции: цвет, текстура и твердость, частично зависят от ВУС.

При этом по результатам проведенных исследований, можно сделать вывод, что снижение показателя ВУС в экспериментальных образцах, обработанных бромелайном, связано с денатурацией миофибриллярных белков, которые играют важную роль в задержке воды.

**Влияние бромелайна на физико-химические свойства
сырья животного происхождения**

Вид мяса	Характеристики	Концентрация (% , г/г)				
		0	3	7	10	20
Говядина	рН	5,28±0,01	5,27±0,01	5,26±0,02	5,26±0,02	5,24±0,01
	М.д. влаги, %	74,64±0,29	70,03±0,52	69,71±0,53	69,27±1,21	66,56±1,1
	ВУС, %	40,01±1,48	27,97±0,80	22,36±0,68	16,25±0,49	12,01±0,12
	Сохранение массы при термической обработке, %	77,89±2,31	63,67±1,80	62,38±1,67	62,93±1,83	57,83±2,60
Курица	рН	5,93±0,03	5,81±0,01	5,81±0,01	5,78±0,02	5,76±0,01
	М.д. влаги, %	75,78±1,27	71,17±0,39	66,58±0,81	66,26±0,59	59,63±1,87
	ВУС, %	89,62±0,97	84,70±0,27	61,10±1,42	43,69±0,18	34,04±0,25
	Сохранение массы при термической обработке, %	84,12±1,68	83,13±3,19	76,05±1,24	75,09±2,96	72,74±3,51
Кальмар	рН	7,04±0,01	6,79±0,01	6,70±0,06	6,44±0,01	6,06±0,01
	М.д. влаги, %	84,07±0,10	80,74±0,22	78,91±0,44	77,11±0,31	75,53±0,60
	ВУС, %	100±0,00	99,36±0,03	98,84±0,16	95,66±0,09	87,80±1,40
	Сохранение массы при термической обработке, %	77,09±0,95	75,04±2,17	74,31±0,49	73,07±1,79	72,01±1,28

Таким образом, данный фермент может гидролизовать эти белки до небольших пептидов или аминокислот, неспособных в последующем функционировать должным образом. Снижение анализируемого показателя происходит в результате сжатия миофибрилл и перемещения воды из пространства миофиламентов во внеклеточное пространство. Существует три основных фактора, участвующих в сжатии и набухании миофибрилл:

- начало трупного окоченения;
- снижение рН;
- фрагментация белка.

При этом, все три экспериментальных образца, обработанные бромелайном, существенно отличались от контрольных образцов по общему проценту сохранения массы после варки ($p < 0,05$). Образцы обработанного мяса с использованным ферментом показали снижение выхода при варке. По результатам проведенных расчетов было обнаружено, что выход при варке, обратно пропорциональный потерям при варке, снижается с увеличением концентрации бромелайна во всех образцах. Таким образом, самый высокий и самый низкий выход контрольного образца мяса при варке был обнаружен в кальмаре и говядине. При обработке 20% исследуемым ферментом самые высокие и самые низкие значения были также обнаружены в кальмарах и говядине соответственно. Полученные результаты данного показателя показали, что термическая обработка может удалить большее количество воды из обработанных образцов говядины, чем из мышц кальмара.

Таким образом, можно предположить, что ферменты могут гидролизовать белок говядины в большей степени, чем курицы и кальмаров. Более того, добавление бромелайна на разных уровнях, возможно, может быть связано с тендеризирующим действием протеолитических ферментов кожуры ананаса. Ранее проведенные исследования показали, что снижение выхода

обработанного образца по сравнению с контролем может быть вызвано деградацией саркоплазматических и миофибриллярных белков мяса.

Библиографический список

1. *Рождественская Л. Н.* Перспективы нутриентного профилирования для профилактики заболеваний и укрепления здоровья / Л. Н. Рождественская, С. П. Романенко, О. В. Чугунова // Индустрия питания. 2023. Т. 8. № 2. С. 63-72. DOI 10.29141/2500-1922-2023-8-2-7. EDN LNQLXH.
2. *Пономарев А. С.* Анализ рынка мясных полуфабрикатов / А. С. Пономарев, Н. В. Заворохина // Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг: материалы XI Международной научно-практической конференции, Орёл, 26 ноября 2021 года. Орёл: Картуш, 2022. С. 181-186. EDN DBYAFM.
3. *Саблина Н. П.* Разработка кулинарных блюд из верблюжатины, обработанной ферментным препаратом протосубтилином / Н. П. Саблина, Н. В. Долганова // Индустрия питания. 2022. Т. 7. № 4. С. 67-73. DOI 10.29141/2500-1922-2022-7-4-8. EDN NLAORR.
4. *Чугунова О. В.* Эффективное использование продовольственных ресурсов в технологии пищевых систем / О. В. Чугунова, А. В. Арисов. Курск: Университетская книга, 2022. 189 с. ISBN 978-5-907555-46-4. EDN WLXGBN.
5. *Волощенко Л. В.* Влияние ферментных препаратов на органолептические и функционально-технологические свойства мяса / Л. В. Волощенко, А. И. Трегубова // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 3-1 (34). С. 45-47. EDN TNZMNX.
6. *Волощенко Л. В.* Применение ферментных препаратов в мясной промышленности / Л. В. Волощенко, А. И. Трегубова // Современные тенденции развития науки и технологий. 2015. № 1-2. С. 33-35. EDN TWMNHM.
7. *Антипова Л. В.* Применение ферментных препаратов в технологии производства мясных изделий / Л. В. Антипова, Ю. Н. Подвигина, И. С. Косенко // Фундаментальные исследования. 2008. № 6. С. 124-125. EDN IUMNJR.