

УДК 637.5

Ферментирование мясного сырья с повышенным содержанием соединительной ткани

Канд. техн. наук **Шестопалова И.А.**, доц. **Уварова Н.А.** irina_1_83@mail.ru
Университет ИТМО

Институт холода и биотехнологий
921002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

В статье исследована возможность применения ферментных препаратов в технологии мясных продуктов. Установлены технологические параметры биомодификации свойств мясного сырья с повышенным содержанием соединительной ткани с применением ферментных препаратов растительного и животного происхождения (концентрация ферментного препарата, температура и продолжительность выдержки фарша).

Ключевые слова: мясо бедренной части индейки, говядина 2 сорта, соединительная ткань, ферментные препараты растительного и животного происхождения (папаин и протепсин), белковая фракция, технологические параметры ферментирования.

Fermentation of meat with high content of connective tissue

Shestopalova I.A., Uvarova N.A. irina_1_83@mail.ru
University ITMO

Institute of Refrigeration and Biotechnologies
191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

The possibility of using enzymes in meat products technology is studied. Technological parameters of biological modification of meat properties with high content of connective tissue using enzymes of animal or vegetable origin (enzymes concentration, temperature and fermentation duration of minced meat) were obtained.

Keywords: meat from the leg of turkey, 2 grade of beef, connective tissue, enzymes of vegetable and animal origin (papain and protepsin), protein fraction, technological parameters of fermentation.

Перспективным направлением в мясоперерабатывающей промышленности является биомодификация свойств сырья с повышенным содержанием соединительной ткани, позволяющим рационально использовать такое сырье при производстве мясопродуктов, в том числе для функционального питания.

Отечественный и мировой опыт свидетельствуют о целесообразности применения ферментных препаратов растительного, животного и микробиологического происхождения, обладающих протеолитической активностью и способных частично гидролизовать белки мяса с повышенным содержанием соединительной ткани [1-6].

Применение протеолитических ферментов приводит к значительному повышению пищевой и технологической функциональности коллагенсодержащего сырья, позволяет частично заменить основное сырье, улучшить свойства и выход мясных продуктов за счет конформации структуры белков и трансформации свойств сложных биологических систем в получении мясопродуктов [7].

Протеолитические ферменты синтезируются практически всеми живыми организмами. В промышленных целях источником получения протеаз являются животные ткани, растения и клетки микроорганизмов.

Ферментные препараты животного происхождения получают из поджелудочной железы убойных животных (свиней и крупного рогатого скота), слизистой оболочки желудка и сычугов. Эти ткани секретируют внеклеточные ферменты, из которых получают кристаллические медицинские и технические препараты протепсина, пепсина, трипсина, химотрипсина, панкреатина, коллагеназы и эластазы [8].

Протепсин – ферментный препарат животного происхождения, предназначен для обработки мясного сырья, содержит комплекс кислых протеиназ, в мясной системе действует аналогично внутриклеточным ферментам (катепсинам), является их синергистом, кроме того, работая в более широком диапазоне технологических параметров (при температурах 20–45 °С и значениях рН 4,5-6,0), влияет на белковые системы, которые не доступны внутриклеточным ферментам.

Введение протепсина в мясную систему повышает водосвязывающую способность и гидратацию белков за счет их взаимодействия с активными центрами фермента, что приводит к разрыхлению структуры белков и увеличению иммобилизованной влаги в мясе.

Обладая коллагеназной активностью, протепсин высвобождает из него пролин и нестандартные аминокислоты: гидроксипролин (оксипролин) и гидроксизин, что обеспечивает повышение пищевой ценности коллагена [4].

Основными ферментными препаратами растительного происхождения являются папаин, фицин, бромелаин.

Папаин производится из латекса плодов дынного дерева, имеет широкую субстратную специфичность, гидролизует казеин, желатин, коллаген, эластин, глобулин, фибрин и другие виды растительных и животных белков. Папаин представляет собой гетерогенную систему протеиназ, отличающихся молекулярной массой и изоэлектрической точкой, имеет оптимум активности при рН=5-7 и температуре 60-70°С, подвергается инактивации при температуре 80-85°С.

Папаин относится к группе растительных цистеиновых эндопептидаз (содержит свободную SH-группу остатка цистеина), основное фармакологическое действие которых направлено на улучшение процессов пищеварения.

Наибольшую активность папаин проявляет в отношении актомиозина, при температуре 60 °С хорошо гидролизует не только белки мышечной ткани, но и коллаген и эластин.

Наиболее перспективным источником получения различных протеаз являются микроорганизмы. Продуценты протеолитических ферментов обнаружены среди самых различных групп микроорганизмов: бактерий (*Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*), микромицетов (*Aspergillus*, *Rhizopus*, *Penicillium*), актиномицетов (*Streptomyces*, *Actinomyces*) [4].

Цель работы – исследовать влияние массовой доли ферментных препаратов, а также температуры и продолжительности выдержки фарша на основе сырья с повышенным содержанием соединительной ткани на изменение белковой фракции.

Объектами исследования выбраны мясо бедренной части полугодовалой индейки, выращенной на территории Ленинградской области (пос. Аннолово), говядина 2 сорта,

собственно соединительная ткань, шрот из бедренной части индейки, фарш из говядины 2 сорта, измельченная собственно соединительная ткань, ферментные препараты растительного и животного происхождения папаин и протепсин (протеолитическая активность 50 ед/г).

Для получения мяса бедренной части индейки убой и обескровливание птицы производили без предварительного электроглушения. Затем тушки птицы шпарили, вручную снимали оперение, потрошили, после чего поверхность обрабатывали 1%-м раствором уксусной кислоты, чтобы избежать микробиологической порчи. После обвалки мясо бедренной части индейки охлаждали до $t_{ц} = (2 \pm 2)^{\circ}\text{C}$.

Сухой ферментный препарат добавляли в 6%-й рассол в следующих концентрациях: папаин – 0,005; 0,010; 0,015; 0,020%; протепсин – 0,02; 0,04; 0,06; 0,08%.

Охлажденное мясо бедренной части, полученное после обвалки и жиловки птицы, инъецировали рассолом в количестве 10% от массы сырья, затем его измельчали на волчке с диаметром отверстия решетки 16÷25 мм и заливали рассолом в количестве 40÷50% от массы сырья.

После приемки говяжьей полутуши размораживали при температуре $t=(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ в течение 18-24 ч, зачищали, разделяли на отруба, при жиловке выделяли говядину 2 сорта, которую охлаждали до $t_{ц} = (2 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ и измельчали на волчке с диаметром отверстия решетки 2÷3 мм, затем осуществляли посол рассолом, содержащим ферментные препараты.

Также исследовали влияние ферментных препаратов на собственно соединительную ткань, в которую после измельчения на мясорубке с диаметром отверстия решетки 2÷3 мм вносили рассол, содержащий ферментные препараты.

Посол всех контрольных образцов осуществлялся рассолом без добавления ферментных препаратов.

Выдержку шрота, фарша и собственно соединительной ткани осуществляли при $t=(2 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ и $t=(22 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ в течение 9 ч. Через каждые 3 ч измеряли оптическую плотность (D), затем по калибровочному графику $D=f(c)$ находили концентрацию водо-, соле- и щелочерастворимых белковых фракций и рассчитывали их массовую долю [9].

Эксперименты проводились в трехкратной повторности с нахождением доверительного интервала при вероятности 0,95. Математическую обработку результатов осуществляли с применением программ MS Excel.

Протеолиз белков, образование полипептидов различной молекулярной массы и свободных аминокислот зависит от концентрации препарата, а также от технологических параметров выдержки фарша.

При выборе рациональных значений массовой доли ферментных препаратов и продолжительности выдержки шрота, фарша и измельченной собственно соединительной ткани исходим из того, что массовая доля водо-, соле- и щелочерастворимых белков должна стремиться к минимуму, при котором достигаются высокие значения органолептических показателей, влагоудерживающей способности фарша и шрота.

Изменение содержания щелочерастворимой фракции белков шрота, фарша и собственно соединительной ткани в зависимости от массовой доли папаина и протепсина через 3, 6 и 9 ч выдержки представлены на рис 1-6.

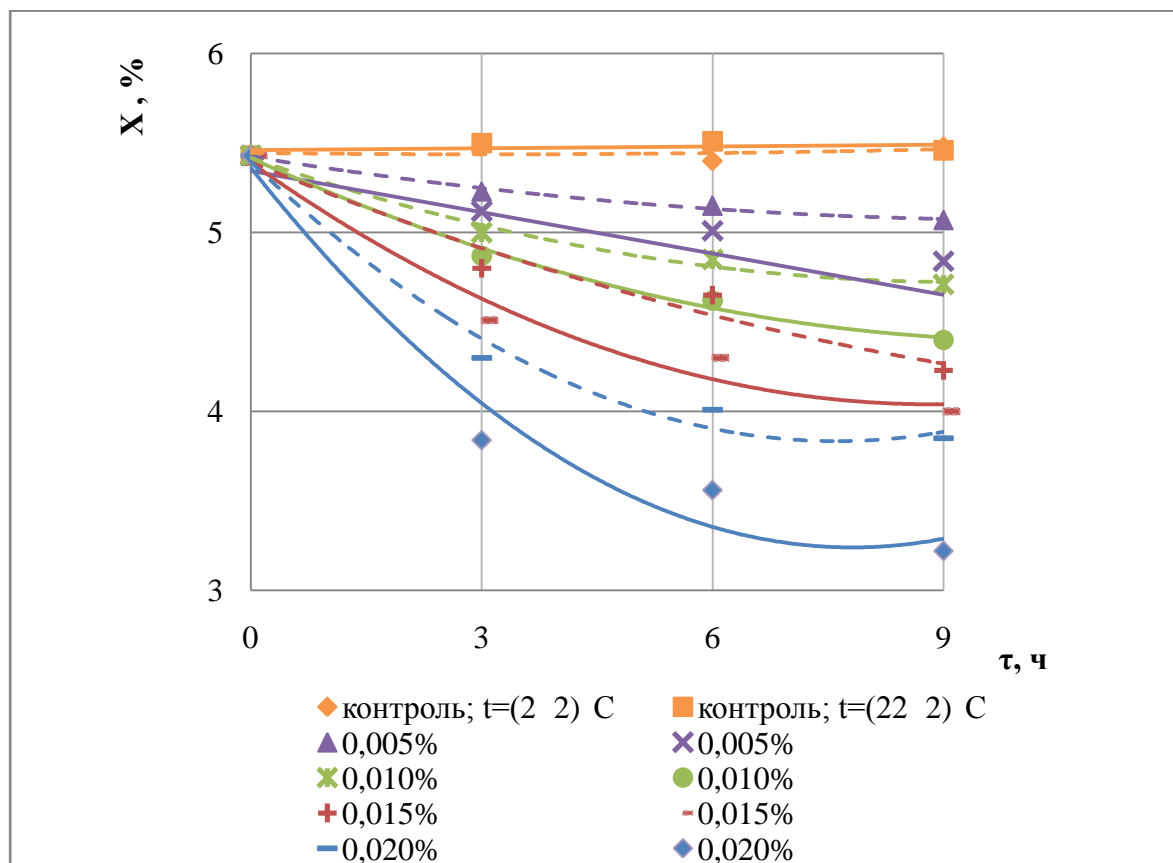


Рисунок 1 – Изменение щёлочерастворимой фракции белков мяса индейки в зависимости от продолжительности выдержки шрота с папаином

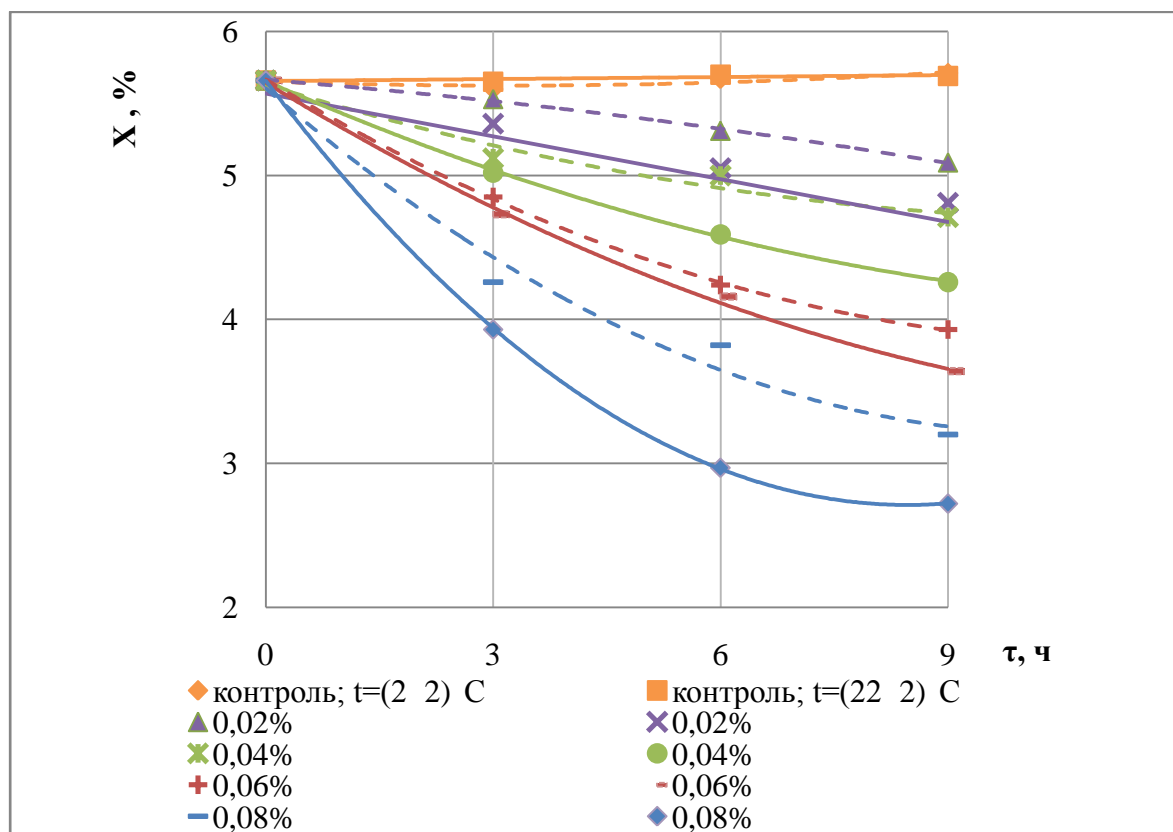


Рисунок 2 – Изменение щёлочерастворимой фракции белков мяса индейки в зависимости от продолжительности выдержки шрота с протепсином

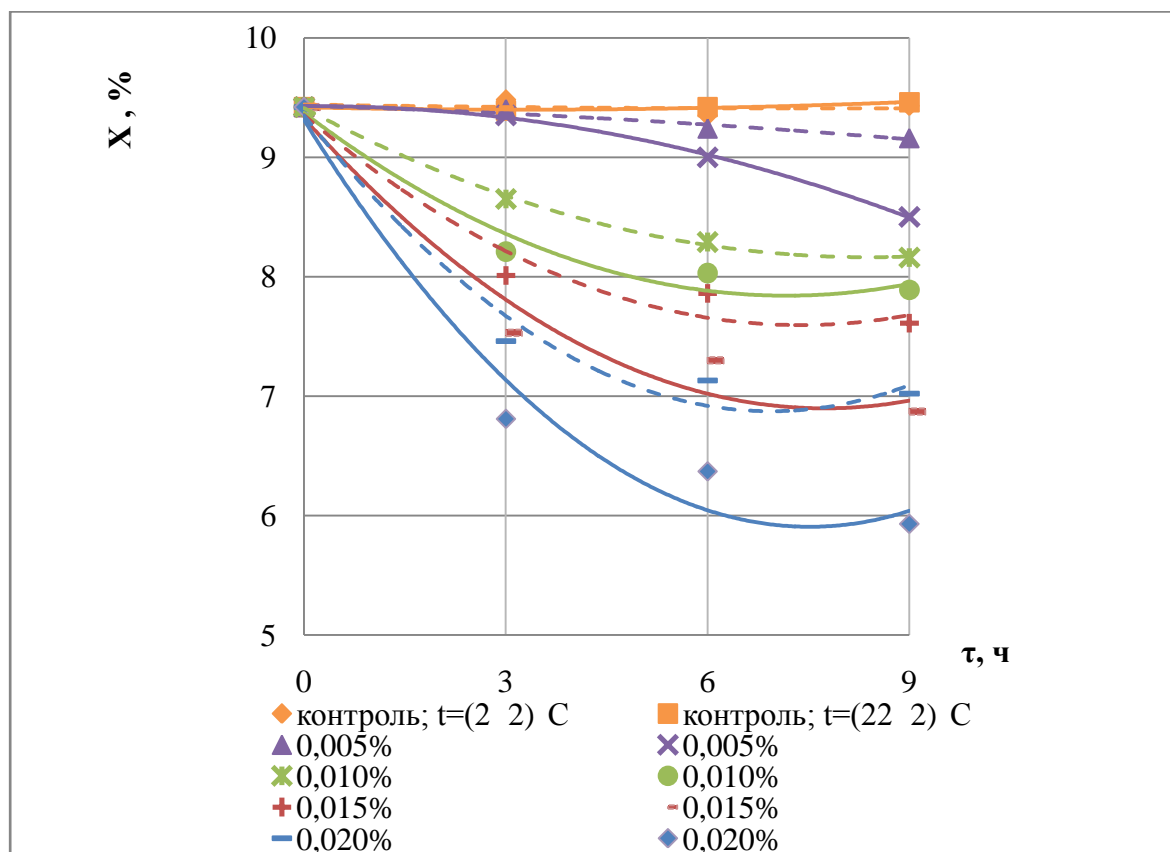


Рисунок 3 - Изменение щёлочерастворимой фракции белков говядины 2 сорта в зависимости от продолжительности выдержки фарша с папаином

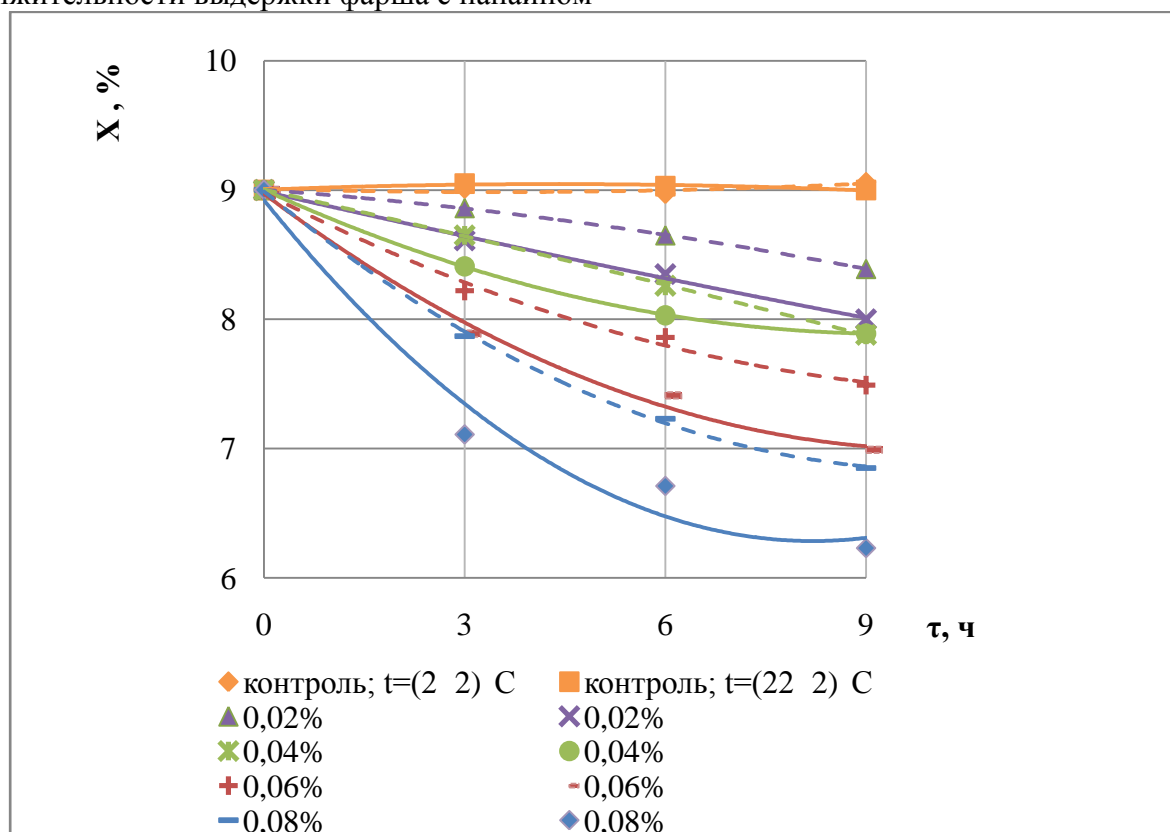


Рисунок 4 - Изменение щёлочерастворимой фракции белков говядины 2 сорта в зависимости от продолжительности выдержки фарша с протепсином

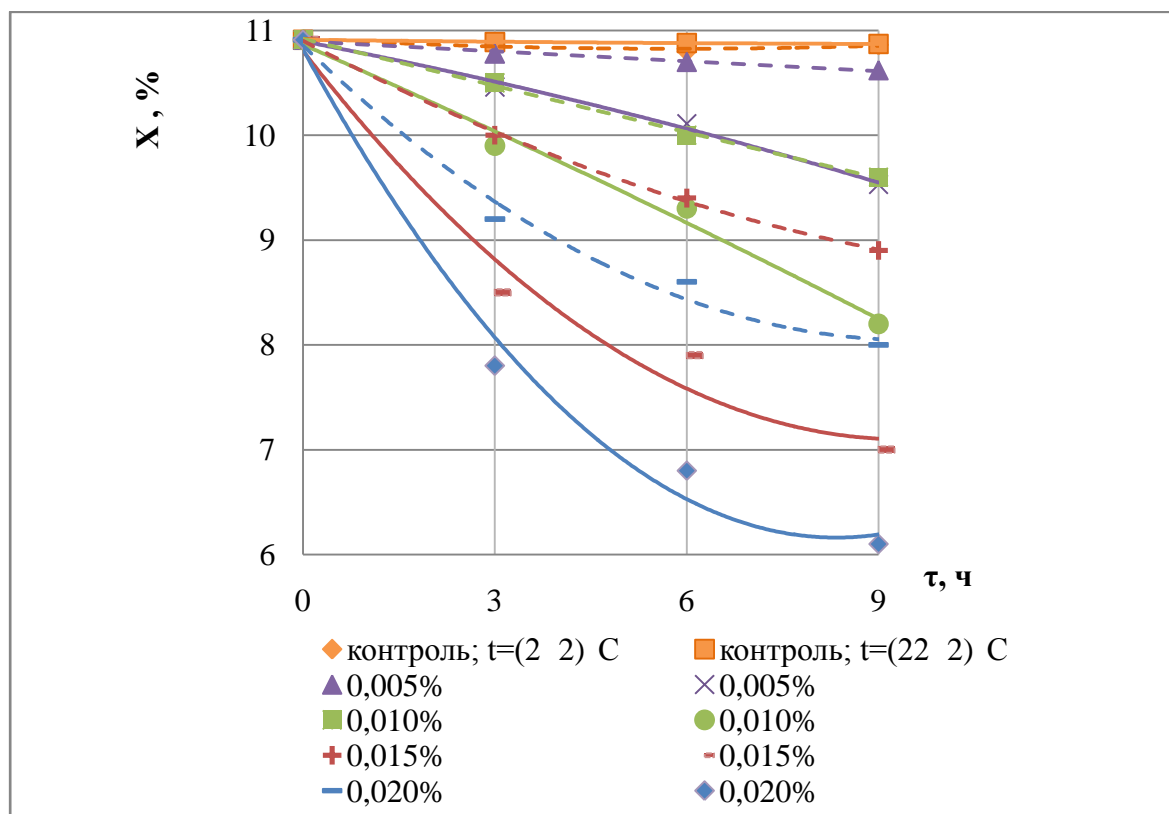


Рисунок 5 - Изменение щёлочерастворимой фракции белков собственно соединительной ткани в зависимости от продолжительности выдержки с папаином

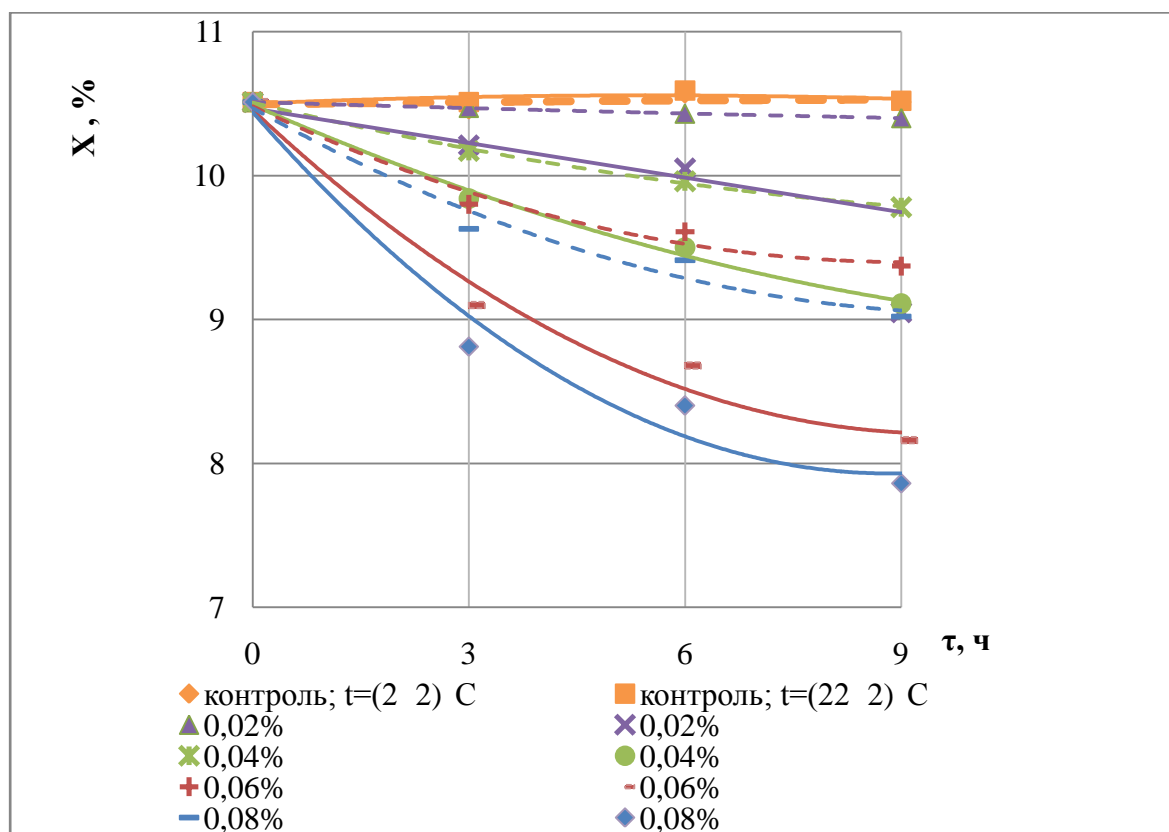


Рисунок 6 – Изменение щёлочерастворимой фракции белков собственно соединительной ткани в зависимости от продолжительности выдержки с протепсином

Установлено, максимальное снижение массовой доли щелочерастворимой фракции белков (рис. 1-6) наблюдается при выдержке фарша в течение 3 ч, что связано с максимальной скоростью воздействия ферментных препаратов на белки мяса индейки, говядины 2 сорта и собственно соединительной ткани. При этом отмечается разрыхление соединительной ткани, что, возможно, связано с изменением вторичной и третичной структуры коллагена соединительной ткани [10].

При данных технологических параметрах мясной шрот и фарш характеризуются высокими адгезионными свойствами, формуемостью и влагоудерживающей способностью.

Максимальные значения констант скорости реакции псевдопервого порядка гидролиза щелочерастворимой фракции белков отмечены при 0,08% протепсина в течение 3 ч выдержки и составили:

-при температуре ферментирования $(2\pm 2)^\circ\text{C}$ $9,47\cdot 10^{-2}$ для мяса индейки; $4,47\cdot 10^{-2}$ ч⁻¹ для говядины 2 сорта, $2,91\cdot 10^{-2}$ ч⁻¹ для собственно соединительной ткани;

-при температуре ферментирования $(22\pm 2)^\circ\text{C}$ $1,22\cdot 10^{-2}$ для мяса индейки, $7,86\cdot 10^{-2}$ ч⁻¹ говядины 2 сорта, $5,88\cdot 10^{-2}$ ч⁻¹ для собственно соединительной ткани.

Максимальные значения констант скорости реакции псевдопервого порядка гидролиза щелочерастворимой фракции белков отмечены при 0,02% папаина в течение 3 ч выдержки и составили:

-при температуре ферментирования $(2\pm 2)^\circ\text{C}$ $7,78\cdot 10^{-2}$ ч⁻¹ для мяса индейки; $6,78\cdot 10^{-2}$ ч⁻¹ для говядины 2 сорта; $5,68\cdot 10^{-2}$ ч⁻¹ для собственно соединительной ткани;

-при температуре ферментирования $(22\pm 2)^\circ\text{C}$ $1,15\cdot 10^{-1}$ ч⁻¹ для мяса индейки; $11,2\cdot 10^{-2}$ ч⁻¹ говядины 2 сорта; $10,8\cdot 10^{-2}$ ч⁻¹ для собственно соединительной ткани.

Таким образом, на основании проведенных исследований определены технологические параметры биомодификации свойств мясного сырья с повышенным содержанием соединительной ткани с применением ферментных препаратов: массовая доля папаина и протепсина 0,02% и 0,08% соответственно; продолжительность выдержки мясного шрота или фарша 3 ч при $t=(22\pm 2)^\circ\text{C}$.

Список литературы

1. Бараненко Д.А. Технология мясных продуктов из биомодифицированного сырья / Д.А. Бараненко // Научный журнал Процессы и аппараты пищевых производств СПб НИУ ИТМО [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург: СПб НИУ ИТМО, 2013. №1. - март. – Режим доступа: <http://processes.open-mechanics.com/articles/673.pdf>.
2. Foegeding E.A., Larick D.K. Tenderization of beef with bacterial collagenase // Meat Science, 1986, 18, p. 201-214.
3. Kim H.-J., Taub I.A. Specific degradation of myosin in meat by bromelain // Food Chemistry, 1991, 40, p. 337-343.
4. Ферменты в пищевой промышленности / Р. Дж. Уайхерст, М. ван Оорт (ред.). – Пер. с англ. д-ра хим. наук С.В. Макарова. – СПб.: Профессия, 2013. – 408 с.
5. Шестопалова И.А., Уварова Н.А. Биологическая ценность белков мяса кур несушек / И.А. Шестопалова, Н.А. Уварова // Научный журнал Процессы и аппараты пищевых производств СПб НИУ ИТМО [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург: СПб НИУ

- ИТМО, 2012. №2. - март. – Режим доступа: <http://processes.open-mechanics.com/articles/585.pdf>.
6. Шестопалова И.А., Уварова Н.А. Разработка рецептуры мясного паштета с использованием мяса дикого кабана / И.А. Шестопалова, Н.А. Уварова // Научный журнал Процессы и аппараты пищевых производств СПб НИУ ИТМО [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург: СПб НИУ ИТМО, 2012. №1. - март. – Режим доступа: <http://processes.open-mechanics.com/articles/530.pdf>.
 7. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов. - М.: Элевар, 2000.- 512 с.
 8. Антипова Л.В., Глотова И.А. Использование вторичного коллагеносодержащего сырья мясной промышленности.-СПб.: Гиорд, 2006. – 384с.
 9. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
 10. Биохимия. Молекулярные основы структуры и функций клетки [Текст] : пер. с англ. / А. Ленинджер; под ред. и с предисл.: А. А. Бабаева; Я. М. Варшавского. - М.: Мир, 1974. - 957 с.