

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОЛУКОПЧЕННЫХ КОЛБАС ИЗ ГОВЯДИНЫ ВТОРОГО СОРТА

¹Я.М. УЗАКОВ , ¹А.Н. ЕСЕНГАЗИЕВА *, ¹Д.А. ТЛЕВЛЕСОВА ,
²Л.А. КАЙМБАЕВА , ¹М.Ә-А. ҚАЛДАРБЕКОВА 

(¹АО «Алматинский технологический университет», Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
Казахстан, 050021, Алматы, пр. Абая, 28)

Электронная почта автора корреспондента: aesengazy@bk.ru*

Статья посвящена разработке математической модели прогнозирования качества полукопченых колбас из говядины второго сорта. Использование мясного сырья ниже 1 сорта в производстве высококачественных колбасных изделий за счет обогащения новыми натуральными ингредиентами представляет собой актуальность исследования. Использование ферментов и гречневой муки при производстве мясных продуктов способствует улучшению качественных характеристик исходного мясного сырья, повышению пищевой и биологической ценности готовых изделий. Результаты показали, что добавление фермента «Протеосин» интенсифицирует процессы гидролиза белков соединительных тканей говядины, увеличивает влагосвязывающую способность модельных фаршей. Установлено, что в модельных фаршах с использованием фермента в количестве рН достигает оптимального значения за более короткие сроки. При добавлении гречневой муки установлено оптимальное значение ВСС. В статье показано, что увеличение количества гречневой муки в рецептуре модельных фаршей более 6 % ведет к увеличению ВСС, но при этом заметно ухудшаются органолептические показатели. Результаты, полученные в ходе эксперимента, показали, что фермент «Протеосин» может быть рекомендован для улучшения функционально-технологических свойств фаршей и готовых полукопченых колбас и ускорения процесса созревания исходного сырья. В данной работе объектом исследования являются модельные фарши из говядины 2 сорта, фермент «Протеосин», гречневая мука.

Ключевые слова: мясо, говядина второго сорта, протеолитические ферменты, гречневая мука, метод поверхностных отливок, коэффициент детерминации.

ЕКІНШІ СҰРАПТЫ СИЫРЕТІН ЖАРТЫЛАЙ ЫСТЫЛҒАН ШҰШЫҚТАРДЫҢ САПАСЫН БОЛЖАУДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ЖАСАУ

¹Я.М. УЗАКОВ, ¹А.Н. ЕСЕНГАЗИЕВА*, ¹Д.А. ТЛЕВЛЕСОВА,
²Л.А. КАЙМБАЕВА, ¹М.Ә-А. ҚАЛДАРБЕКОВА

(¹«Алматы технологиялық университеті» АҚ, Қазақстан, 050012, Алматы қ., Төле би көш., 100

²Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті», Қазақстан, 050021, Алматы, Абай даңғылы, 28)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: aesengazy@bk.ru*

Мақала 2-ші сұрыпты жартылай ысталған сиыр шұжықтарының сапасын болжаудың математикалық моделін жасауға арналған. Жаңа табиғи ингредиенттермен байыту арқылы жоғары сапалы шұжық өндірісінде 1 сұрыптан төмен ет шикізатын пайдалану зерттеудің өзектілігін білдіреді. Ет өнімдерін өндіруде ферменттер мен қарақұмық ұнын пайдалану бастапқы ет шикізатының сапалық сипаттамаларын жақсартуға, дайын өнімнің тағамдық және биологиялық құндылығын арттыруға ықпал етеді. Нәтижелер «Протеосин» ферментін қосу сиыр етінің дәнекер тіндерінің ақуыздарының гидролиз процесстерін күшейтетінін, модельдік тартылған еттердің ылғал байланыстыру қабілетін арттыратынын көрсетті. Ферментті қолдана отырып, модельдік фарштарда рН мөлшері қысқа мерзімде оңтайлы мәнге жететіні анықталды. Қарақұмық ұнын қосқанда, ББҚ оңтайлы мәні анықталды. Мақалада, фаршта қарақұмық ұнының мөлшерінің 6% - дан астам көбеюі ылғал байланыстыру қабілетінің өсуіне әкелетіні көрсетілген, бірақ сонымен бірге органолептикалық көрсеткіштер айтарлықтай нашарлайды. Эксперимент нәтижесінде алынған нәтижелер «Протеосин» ферментін тартылған ет пен дайын жартылай ысталған шұжықтардың функционалдық-технологиялық көрсеткіштерін жақсарту және шикізаттың жетілу процесін жеделдету үшін ұсынуға бо-

латындығын көрсетті. Бұл жұмыста зерттеу нысаны-2 сұрыпты сиыр етінің үлгілі еті, «Протеписин» ферменті, қарақұмық ұны.

Негізгі сөздер: ет, екінші сұрыпты сиыр еті, протеолиттік ферменттер, қарақұмық ұны, беттік әсер ету әдісі, анықтау коэффициенті.

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR PREDICTING THE QUALITY OF SEMI-SMOKED SAUSAGES MADE FROM SECOND-GRADE BEEF

¹Y.M. UZAKOV, ¹A.N. YESSENGAZIYEVA*, ¹D.A. TLEVLESOVA,
²L.A. KAIMBAYEVA, ¹M.A-A. KALDARBEKOVA

(JSC "Almaty Technological University", Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100

²Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, 050021, 28 Abay Ave., Almaty)

Corresponding author e-mail: aesengazy@bk.ru*

The article is devoted to the development of a mathematical model for predicting the quality of semi-smoked sausages from beef of the 2nd grade. The use of meat raw materials below 1st grade in the production of high quality sausages due to enrichment with new natural ingredients represents the relevance of the research. The use of enzymes and buckwheat flour in the production of meat products contributes to the improvement of the quality characteristics of the initial meat raw material, increasing the nutritional and biological value of finished products. The results showed that the addition of the enzyme "Protepsin" intensifies the processes of hydrolysis of proteins of connective tissues of beef, increases the moisture-binding ability of model minced meat. It was found that in model minced meat with the use of enzyme in the amount of pH reaches the optimum value in a shorter time. At addition of buckwheat flour the optimum value of moisture-binding capacity is established. The article shows that increasing the amount of buckwheat flour in the formulation of model minced meat more than 6 % leads to an increase in moisture-binding capacity, but at the same time organoleptic characteristics deteriorate significantly. The results obtained during the experiment showed that the enzyme «Protepsin» can be recommended to improve the functional and technological indicators of minced meat and ready semi-smoked sausages and accelerate the maturation process of raw materials. In this paper the object of the study is model minced beef minced meat of 2 grades, enzyme «Protepsin», buckwheat flour.

Keywords: meat, beef of the second grade, proteolytic enzymes, buckwheat flour, method of surface casts, coefficient of determination.

Введение

Рост потребительского спроса на мясо и мясопродукты с низкой стоимостью обусловило направление данных исследований. В Республике Казахстан наблюдается низкая инвестиционная активность и высокие показатели импортозависимости в секторе потребления переработанного мяса и мясопродуктов [1, 2].

Использование мясного сырья ниже 1 сорта в производстве высококачественных колбасных изделий за счет обогащения новыми натуральными ингредиентами представляет собой актуальность исследования.

Для повышения качества исходного мясного сырья при производстве колбасных изделий, таких как колбасы, сосиски, ветчина, на мясоперерабатывающих предприятиях практикуется использование ферментативной модификации сырья. Ферменты способствуют гидролизу белков животного происхождения, что приводит к изменению текстуры, вкуса и

аромата мясных продуктов, а также к уменьшению жесткости мяса [3].

Использование растительных белков приводит к получению наиболее легкоусвояемых мясных продуктов, формирует хорошие органолептические показатели и снижает себестоимость готового продукта. Введенные в состав колбасных изделий растительные белки в сочетании с животными создают активные в биологическом отношении аминокислотные комплексы, обеспечивающие физиологическую полноценность и высокую усвояемость аминокислот в процессе внутриклеточного синтеза. Использование растительных белковых компонентов повышает диетические свойства мясных продуктов за счет снижения содержания холестерина и насыщенных жирных кислот.

Ферментные препараты в производстве мясных продуктов применяются для сокращения сроков созревания и посола, улучшения функционально-технологических свойств сырья [4].

Учеными были проведены исследования,

которые показывают, что изменение состава вареных колбас (сосисок) с использованием конопляного масла и гречневой муки в виде гелеобразной эмульсии в качестве заменителя жира на основе шпика осуществимо и представляет собой жизнеспособную альтернативу для улучшения питательного состава, не оказывая негативного влияния ни на технологические свойства, ни на органолептические показатели [5].

Учеными ранее изучалось влияние гречневой муки на сроки хранения говяжьих бургерных котлет. В частности, исследователи определяли активность воды в готовых продуктах для установления вышеназванных зависимостей [6].

В исследованиях, проводимых в рамках докторской диссертации нами было обосновано использование фермента «Протеписин» и гречневой муки в технологии полукопченых колбас из говядины 2 сорта.

Обоснование выбора темы, цели и задачи статьи

Ферментный препарат ускоряет технологические процессы, повышает качество продукции и экономит сырье. В производстве пищевых продуктов чаще всего применяются ферментные препараты с липолитической, протеолитической, амилитической и оксидантной активностью [7].

В процессе подготовки полукопченых колбасных изделий протеолитический фермент придает нежность грубой структуре жилованной говядины 2 категории упитанности. В данном случае речь идет о ферменте «Протеписин» [8].

Для более эффективного использования ферментов в процессе переработки низкосортных мясных продуктов необходимо провести исследования, которые позволят углубить знания о том, как они влияют на физико-химические и функциональные показатели мышечной ткани [9,10].

Гречневая крупа богата витаминами, минералами и крахмалом, содержит много белка и клетчатки по сравнению с пшеницей [11]. В составе гречневой муки нет глютена, она является уникальным источником растительного белка. В ней есть все необходимые для организма аминокислоты, пищевые волокна и природные антиоксиданты. В частности, в колбасных изделиях использовались соя, пшеничная мука. Но гречневая мука, несмотря на полезность, не применялась.

Гречневая мука полезна для людей с аутоиммунными заболеваниями, связанными с непереносимостью глютена. В данной работе рас-

смотрена возможность замены глютеносодержащих продуктов на муку из различных видов круп, даны рекомендации по использованию их в различных пищевых системах [12]. Для экономии мясного сырья гречневая мука является хорошим источником белка и поможет улучшить влагосвязывающую способность фарша.

Целью исследования является разработка математической модели прогнозирования функционально-технологических свойств модельных фаршей из говядины 2-го сорта с использованием фермента и растительной добавки. Разработанные математические модели позволят оптимизировать рецептуру и технологию новых полукопченых колбас за счет увеличения влагосвязывающей способности, стабилизации активной кислотности и pH.

Для реализации поставленной цели решались *следующие задачи*:

- обосновать количество фермента, вносимого в модельные фарши, и определить время созревания говядины второго сорта;
- определить влияние дозы вносимого фермента на продолжительность гидролиза белков соединительной ткани говядины 2 сорта;
- изучить изменение активной кислотности модельных фаршей;
- определить изменение влагосвязывающей способности (ВСС) модельных фаршей в зависимости от дозы внесения гречневой муки.

Материалы и методы исследований

Объектом исследования являются модельные фарши из говядины 2 сорта, фермент «Протеписин», гречневая мука. Определение взаимосвязи дозировки протеолитического фермента и растительной добавки с влагосвязывающей способностью модельных фаршей основано на использовании современных методов исследования. Для определения функционально-технологических свойств исходного сырья, модельных фаршей и готовых продуктов были использованы стандартные и общепринятые методы, представленные в нормативных документах и методических указаниях.

Анализ основных результатов исследования был выполнен с использованием различных пакетов программного обеспечения Statistica 12.0 (США) и MS Excel (США). Дисперсионный анализ (ANOVA) использовали для строгой оценки наличия и значимости основных эффектов и взаимодействий. При дисперсионном анализе вариации значений ответов разделяли на две составляющие. Одна компонента связана с изменением уровней независимых факторов, а другая – с естественной

экспериментальной изменчивостью. Статистически сравнивая изменение отклика, связанное с изменением уровня фактора, с естественной изменчивостью, измеренной посредством явного или неявного повторения эксперимента, были сделаны выводы о наличии основных эффектов и взаимодействий. Основная идея метода поверхностных откликов заключается в использовании последовательности разработанных экспериментов для получения оптимального ответа. Методология поверхности отклика (RSM), введенная Боксом и Уилсоном, представляет собой совокупность математических и статистических методов, целью которых является анализ с помощью эмпирической модели поставленных проблем [13].

В качестве зависимой переменной выбраны активная кислотность и влагосвязывающая способность (ВСС). Для планирования эксперимента был выбран полный факторный эксперимент (ПФЭ) 2ⁿ. В качестве входных переменных

выбраны доза внесения фермента, время гидролиза, в качестве целевой функции выбрана влагосвязывающая способность фарша [14,15].

Результаты и их обсуждение

Предполагается что, внесение фермента улучшит функционально-технологические свойства исходного сырья, а растительное сырье увеличит влагосвязывающую способность фарша и тем самым увеличится выход готовых продуктов, влияющий на формирование его стоимости.

Поверхность отклика зависимости ВСС (влагосвязывающая способность) от количества фермента (X1) и продолжительности созревания (X2) показана на рисунке 1, приведена формула регрессии, по которой строилась поверхность отклика.

Уравнение регрессии, описывающей зависимость влагосвязывающей способности фарша из говядины 2 сорта от дозы внесения фермента и продолжительности гидролиза, полученное реализацией плана ПФЭ, имеет вид:

$$BCC, \% = 57,0287 + 1,4574m - 0,2893t - 0,0933m^2 + 0,003mt + 0,0591t^2 \quad (1)$$

Уравнение представлено в нормированном виде.

Поверхность отклика, описывающая это уравнение, приведена на рисунке 1.

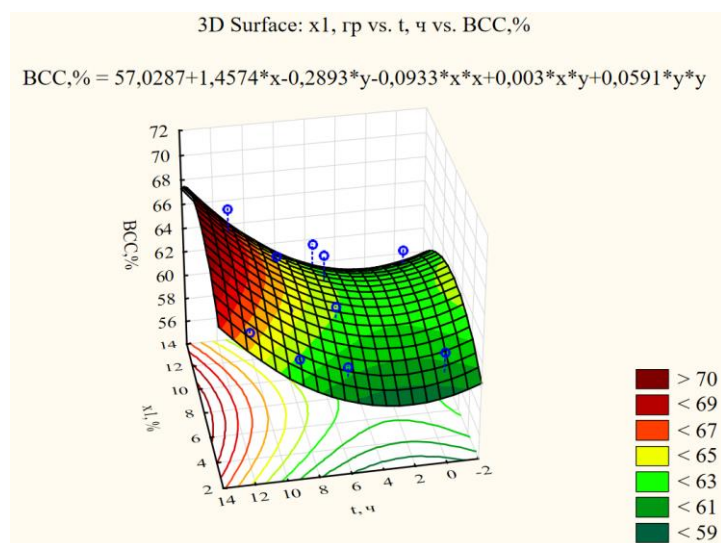


Рисунок 1 – Поверхность отклика влагосвязывающей способности говядины, в процессе гидролиза ферментом, %

Из рисунка 1 видно, что областью оптимума для влагосвязывающей способности фарша, является диапазон с дозировкой от 6 - 10 г при продолжительности созревания 14 часов или дозировкой 4-12 г при продолжительности созревания 12 часов.

Далее проводилась оптимизация и результатом оптимизации является функция желательности. Функцию желательности визуализировали с помощью профилей желательности на (рис. 2), диаграмма Парето приведена на рисунке 3.

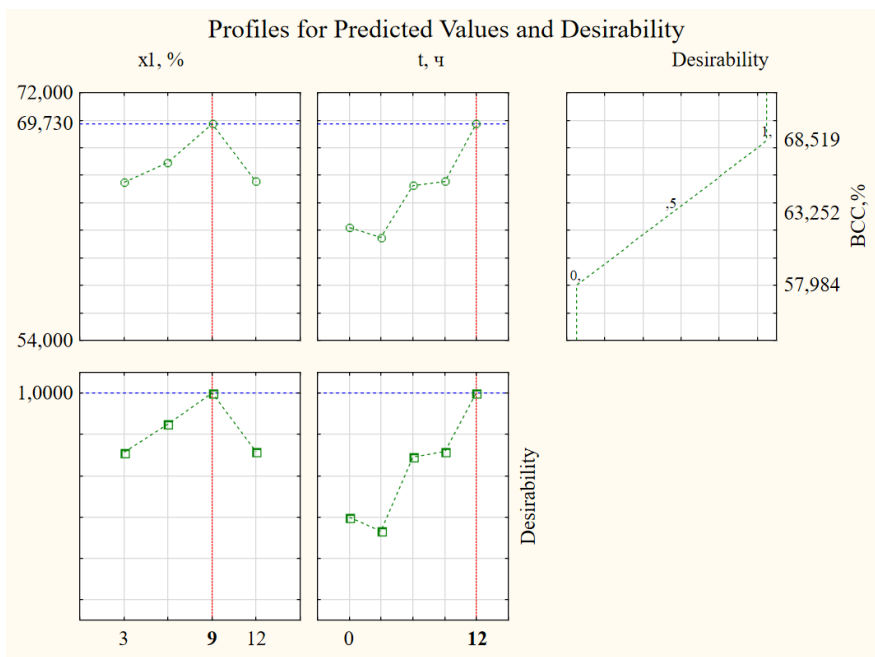


Рисунок 2 – Профиль желательности влагосвязывающей способности говядины, в процессе гидролиза ферментом, %

Как видно из рисунке 2, оптимальным количеством является 9 г фермента и время созревания мяса 12 часов. Красными линиями показаны

оптимальные значения, в верхнем правом углу – диаграмма функции желательности.

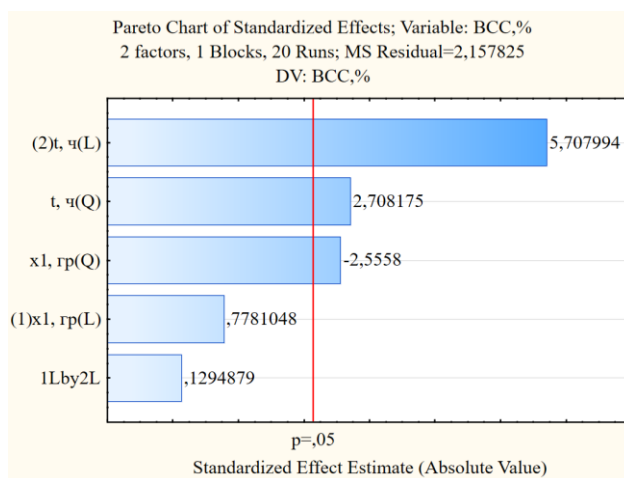


Рисунок 3 – Диаграмма Паретто говядины в процессе гидролиза ферментом, %

Как следует из рисунке 3, значимыми оказались факторы продолжительность гидролиза и доза внесения фермента с квадратичным коэффициентом.

Достоверность и значимость полученных данных подтверждает диаграмма Паретто, (рис.3) Коэффициент детерминации равен 0,77, что обеспечивает достоверность описания на 77 %. Так как рассчитанное значение $F > F_{кр}$, то коэффициент детерминации статистически значим

и уравнение регрессии является статистически надежным.

Влияние дозы вносимого фермента и продолжительности гидролиза на изменение активной кислотности в продукте

Уравнение регрессии, описывающей зависимость активной кислотности фарша из говядины 2 сорта от дозы внесения фермента и продолжительности гидролиза, полученное реализацией плана ПФЭ, имеет вид:

$$pH = 5,2986 + 0,0747m + 0,0076t - 0,0044m^2 + 0,0016t^2 \quad (2).$$

Уравнение (2) представлено в нормированном виде.

Поверхность отклика, описывающая это уравнение, приведена на рисунке 4.

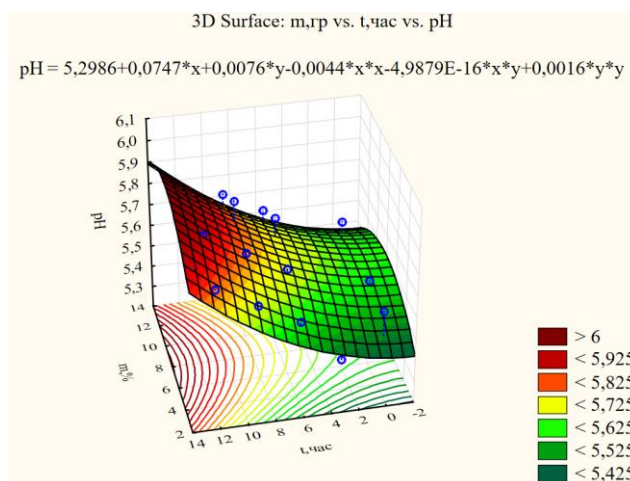


Рисунок 4 – Поверхность отклика зависимости изменения активной кислотности от дозы вносимого фермента и продолжительности гидролиза

Достоверность полученных данных подтверждает диаграмма Паретто (рис 5).

Влияние дозы вносимого фермента и продолжительности гидролиза на изменение активной кислотности в продукте показана на рисунке 4, приведена полученная в итоге регрессионного анализа поверхность отклика. На рисунке 4 отчетливо видно, что активная кис-

лотность больше при длительном созревании. Максимальное показание pH достигло в опытных образцах с применением фермента при количестве 9 г – 5,9 ед. в период 9–12 часов. В исследуемом образце pH достиг максимального значения при выдержке в течение 12 часов и составил 5,7 ед.

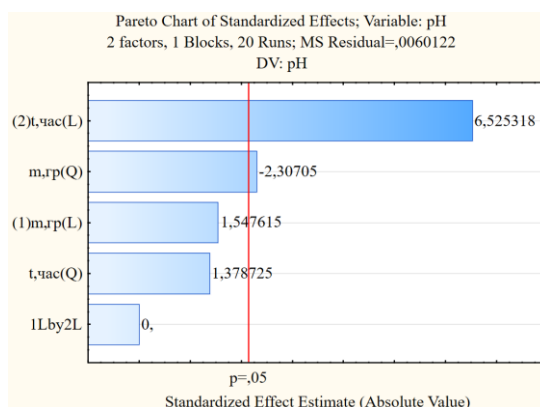


Рисунок 5 – Диаграмма Паретто изменения активной кислотности говядины, в процессе гидролиза ферментом, %

Как следует из рисунка, значимыми оказались факторы продолжительность гидролиза и доза внесения гречневой муки с квадратичным коэффициентом.

Диаграмма Паретто (рис. 5) показывает, что значимыми являются квадратичный коэффициент дозы вносимого фермента и линейный коэффициент продолжительности созревания.

Коэффициент детерминации равен 0,78,

что говорит о том, что уравнение регрессии описывает изменение активной кислотности в зависимости от этих выбранных факторов с точностью 78 %. Были выбраны влияние дозы вносимого фермента и продолжительности гидролиза на изменение активной кислотности в продукте, как было описано выше.

Функция желательности приведена на рисунке 6.

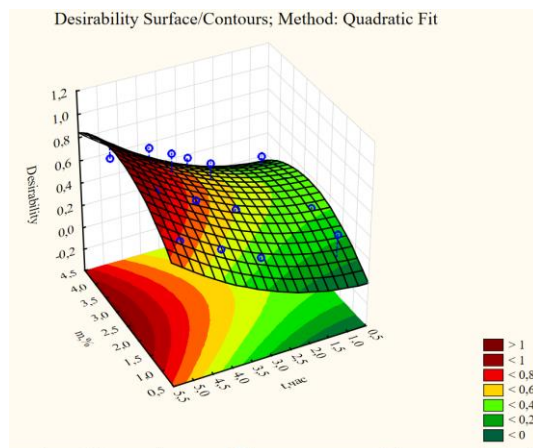


Рисунок 6 – Функция желательности по pH говядины, в процессе гидролиза ферментом, %

Влияние уровня pH на активность препарата изучали в диапазоне от 2,0 до 10,0. Исследования показали, что в процессе гидролиза активность фермента увеличивается в зависимости от времени созревания, тем самым увеличивает активную кислотность фарша до нужных единиц (pH фарша 5,78).

Эти исследования показали, что влагосвязывающая способность опытных образцов без фермента плавно увеличивалась в течение 12 часов. При использовании ферментов влагосвязывающая способность опытных образцов повышалась в течение 3-6 часов после выдержки в растворе и незначительно повышалась в период 9-12 часов.

Влияние дозы внесения гречневой муки на

содержание влагосвязывающей способности

Далее исследовалось влияние дозы внесения гречневой муки на содержание влагосвязывающей способности, путем однофакторного дисперсионного анализа.

Соотношение воды и муки гречневой для ее гидратации составляет 1:3. Для выработки модельных образцов полукопченой колбасы с применением гречневой муки 4,6,8,10,12% была составлена методика проведения эксперимента.

На рисунке 7 приведен график регрессионного анализа влияния дозы вносимой гречневой муки на содержание влагосвязывающей способности.

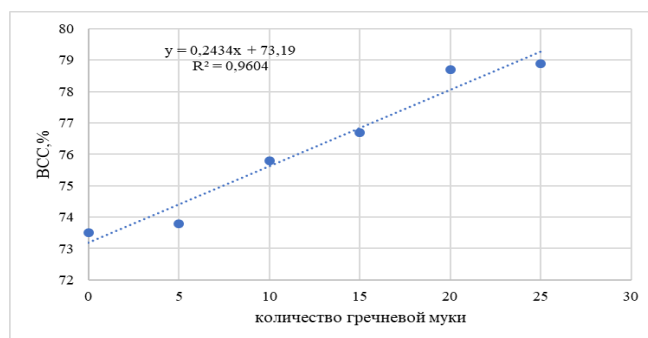


Рисунок 7 – Влияние дозы вносимой муки на влагосвязывающей способности, %

Как видно из рисунка 7 функция зависимости линейная и описывает изменения ВСС с достоверностью 96%.

Заключение, выводы

Результаты показали, что за 12 часов гидролиза белков соединительных тканей говядины 2 сорта влагосвязывающая способность образцов модельных фаршей без добавления фермента достигла 64,37 %, а при ис-

пользовании 9 г фермента - 69,73 % за то же время гидролиза.

Установлено, что в модельных фаршах с использованием фермента в количестве 9 г pH достигло максимального значения 5,9 ед за 12 часов.

В опытном образце установлено оптимальное значение ВСС, равное 73,1 %, при добавлении гречневой муки в количестве 6 %.

Увеличение количества гречневой муки в рецептуре модельных фаршей более 6 % ведет к увеличению ВВС, но при этом заметно ухудшаются органолептические показатели.

Результаты, полученные в ходе эксперимента, показали, что фермент «Протеписин» может быть рекомендован для улучшения функционально-технологических свойств фаршей и готовых полукопченых колбас и ускорения процесса созревания исходного сырья.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сапарова Г.К., Касенова А.Ж., Насырова А.М., Сулейманов Р.Э. Современное состояние мясной промышленности в условиях технологического развития аграрного сектора Казахстана // Наука Краснояря. - 2021. № 1. С. 82-85.

2. Uzakov, Yasin, Madina Kaldarbekova, and Olga Kuznetsova. "Improved Technology for New-Generation Kazakh National Meat Products." *Foods and Raw Materials* 8, no. 1 (2020): 76–83. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2020-1-76-83>.

3. Антипова Л.В., Горбунков М.В. Протеписин - новый ферментный препарат отечественного производства для обработки мясного и молочного сырья // В сборнике: «Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов». ВНИИПБТ; Под редакцией В.А. Полякова, Л.В. Римаревой. - 2016. - С. 7-12.

4. Антипова Л.В., Турчанинова М.С. Источники для производства мясных продуктов здорового питания // В сборнике: «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение. Сборник научных статей и докладов V Международной научно-практической конференции». Воронежский государственный университет инженерных технологий. - 2018. - С. 38-42.

5. Botella-Martínez, Carmen, José Ángel Pérez-Álvarez, José Ángel Pérez-Álvarez, and Juana Fernández-López. 2021. "Total and Partial Fat Replacement by Gelled Emulsion (Hemp Oil and Buckwheat Flour) and Its Impact on the Chemical, Technological and Sensory Properties of Frankfurters." *Foods* 10 (8): 1681–81. <https://doi.org/10.3390/foods10081681>.

6. Bahmanyar, Fereshhte, Seyede Marzieh Hosseini, Leila Mirmoghtadaie, and Saeedeh Shojaee-Aliabadi. 2021. "Effects of Replacing Soy Protein and Bread Crumb with Quinoa and Buckwheat Flour in Functional Beef Burger Formulation." *Meat Science* 172 (February): 108305. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108305>.

7. Кашенко Е. А., Артемов Е. С., Курчаева Е. Е., Манжесов В. И. Перспективы использования растительных компонентов и ферментных препаратов в технологии цельнокусковых мясных изделий. // Технологии и товароведение сельскохозяйствен-

ной продукции. 2015. № 2(5). С. 110-114. – EDN UZOILB

8. Узаков Я.М., Есенгазиева А.Н., Каймбаева Л.А., Чернуха И.М., Қалдарбекова М.Ә., Кожахиева М.О. Влияние гидролиза фермента протеписина на рН и влагосвязывающую способность второсортной говядины. // Вестник Алматинского технологического университета. 2022;(2):97-101. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-1-97-101>

9. Каймбаева Л. А., Буралхияев Б. А., Мажитова Н., Узаков Я.М., Есенгазиева А.Н., Кузнецова О.Н. Изучение качественных показателей говядины в процессе гидролиза ферментом. // Мясная индустрия. - 2022. - № 5. - С. 24-27. - DOI 10.37861/2618-8252-2022-05-24-27. – EDN GBUVRZ.

10. Есенгазиева А.Н., Каймбаева Л.А., Узаков Я.М., Чернуха И.М., Кузембаева Г.К. Изучение рабочих параметров фермента протеписин и влияние его на микроструктуру говядины второго сорта. // Вестник Алматинского технологического университета. 2022;(4):76-81. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-4-76-81>

11. Акимов М.М., Еренгалиев А.Е., Муратбаев А.М. Польза гречневой муки / Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова. - 2016. - № 1. - С. 23-24.

12. Аникина В.А. Использование гречневой муки для производства функционального пищевого продукта / В сборнике: «Образование и наука». Материалы национальной научно-практической конференции. Сборник научных трудов. - Улан-Удэ, 2021. - С. 5-9.

13. Sarabia, L.A., and M.C. Ortiz. 2009. "Response Surface Methodology." *Comprehensive Chemometrics*, 345–90. <https://doi.org/10.1016/b978-044452701-1.00083-1>.

14. Alimardanova, Mariam, Dinara Tlevlessova, Venera Bakiyeva, and Zhandos Akpanov. 2021. "Revealing the Features of the Formation of the Properties of Processed Cheese with Wild Onions." // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 4 (11(112)): 73–81. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239120>.

15. Askarov, Ardak, Dinara Tlevlessova, Alexander Ostrikov, Yermek Shambulov, and Ainura Kairbayeva. 2022. "Developing a Statistical Model for the Active Ventilation of a Grain Layer with High Moisture Content." // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 1 (11(115)): 6–14. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253038>.

REFERENCES

1. Saparova G.K., Kasenova A.Zh., Nasyrova A.M., Sulejmanov R.Je. Sovremennoe sostojanie mjasnoj promyshlennosti v uslovijah tehnologicheskogo razvitija agrarnogo sektora Kazahstana [The current state of the meat industry in the context of technological development of the agrari-

- an sector in Kazakhstan] // *Nauka Krasnojars'ja*. - 2021. № 1. S. 82-85.
2. Uzakov, Yasin, Madina Kaldarbekova, and Olga Kuznetsova. "Improved Technology for New-Generation Kazakh National Meat Products." *Foods and Raw Materials* 8, no. 1 (2020): 76–83. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2020-1-76-83>.
3. Antipova L.V., Gorbunkov M.V. Protepsin - novyj fermentnyj preparat otechestvennogo proizvodstva dlja obrabotki mjasnogo i molochnogo syr'ja [Protepsin - a new enzyme preparation produced domestically for the processing of meat and dairy raw materials] // V sbornike: «Perspektivnye fermentnye preparaty i biotekhnologicheskie processy v tehnologijah produktov pitaniya i kormov». VNIIPBT; Pod redakciej V.A. Poljakova, L.V. Rima-revoj. - 2016. - S. 7-12.
4. Antipova L.V., Turchaninova M.S. Istochniki dlja proizvodstva mjasnyh produktov zdorovogo pitaniya [Sources for healthy meat products] // V sbornike: «Prodovol'stvennaja bezopasnost': nauchnoe, kadrovoe i informacionnoe obespechenie. Sbornik nauchnyh statej i dokladov V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii». Voronezhskij gosudarstvennyj universitet inženernyh tehnologij. - 2018. - S. 38-42.
5. Botella-Martínez, Carmen, José Ángel Pérez-Álvarez, José Ángel Pérez-Álvarez, and Juana Fernández-López. 2021. "Total and Partial Fat Replacement by Gelled Emulsion (Hemp Oil and Buckwheat Flour) and Its Impact on the Chemical, Technological and Sensory Properties of Frankfurters." *Foods* 10 (8): 1681–81. <https://doi.org/10.3390/foods10081681>.
6. Bahmanyar, Fereshte, Seyede Marzieh Hosseini, Leila Mirmoghtadaie, and Saeedeh Shojaee-Aliabadi. 2021. "Effects of Replacing Soy Protein and Bread Crumb with Quinoa and Buckwheat Flour in Functional Beef Burger Formulation." *Meat Science* 172 (February): 108305. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108305>.
7. Kashhenko E. A., Artemov E. S., Kurchaeva E. E., Manzhosov V. I. Perspektivy ispol'zovanija rastitel'nyh komponentov i fermentnyh preparatov v tehnologii cel'nokuskovyh mjasnyh izdelij [Prospects for the use of plant components and enzyme preparations in the technology of wholemeal meat products]. *Tehnologii i tovarovedenie sel'skohozjajstvennoj produkcii*. 2015. № 2(5). S. 110-114. – EDN UZOILB
8. Uzakov Ja.M., Esengazieva A.N., Kajmbaeva L.A., Chernuha I.M., Kaldarbekova M.Ə., Kozhahieva M.O. Vlijanie gidroliza fermenta protepsina na rn i vlagosvjazyvajushhuju sposobnost' vtorosortnoj govjadiny [Effect of protepsin enzyme hydrolysis on the rn and water-binding capacity of second-rate beef]. *Vestnik Almatinskogo tehnologicheskogo universiteta*. 2022;(2):97-101. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-1-97-101>
9. Kaimbaeva L. A., Buralhiev B. A., Mazhitova N., Uzakov Ja.M., Esengazieva A.N., Kuznecova O.N. Izuchenie kachestvennyh pokazatelej govjadiny v processe gidroliza fermentom [Study of the quality parameters of beef in the process of hydrolysis by an enzyme]. *Mjasnaja industrija*. – 2022. – № 5. – S. 24-27. – DOI 10.37861/2618-8252-2022-05-24-27. – EDN GBUVRZ.
10. Esengazieva A.N., Kajmbaeva L.A., Uzakov Ja.M., Chernuha I.M., Kuzembaeva G.K. Izuchenie rabochih parametrov fermenta protepsin i vlijanie ego na mikrostrukturu govjadiny vtorogo sorta [Study of the working parameters of the protepsin enzyme and its effect on the microstructure of second grade beef.]. *Vestnik Almatinskogo tehnologicheskogo universiteta*. 2022;(4):76-81. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-4-76-81>
11. Akimov M.M., Erengaliev A.E., Muratbaev A.M. Pol'za grechnevoj muki [The benefits of buckwheat flour] // *Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija, posvjashhennaja pamjati Vasilija Matveevicha Gorbatova*. - 2016. - № 1. - S. 23-24.
12. Anikina V.A. Ispol'zovanie grechnevoj muki dlja proizvodstva funkcional'nogo pishhevogo produkta [Using buckwheat flour to produce a functional food product] // V sbornike: «Obrazovanie i nauka». *Materialy nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii. Sbornik nauchnyh trudov*. - Ulan-Udje, 2021. - S. 5-9.
13. Sarabia, L.A., and M.C. Ortiz. 2009. "Response Surface Methodology." *Comprehensive Chemometrics*, 345–90. <https://doi.org/10.1016/b978-044452701-1.00083-1>.
14. Alimardanova, Mariam, Dinara Tlevlessova, Venera Bakiyeva, and Zhandos Akpanov. 2021. "Revealing the Features of the Formation of the Properties of Processed Cheese with Wild Onions." *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 4 (11(112)): 73–81. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239120>.
15. Askarov, Ardak, Dinara Tlevlessova, Alexander Ostrikov, Yermek Shambulov, and Ainura Kairbayeva. 2022. "Developing a Statistical Model for the Active Ventilation of a Grain Layer with High Moisture Content." *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 1 (11(115)): 6–14. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253038>.