

Введение Современный уровень знаний в области биологических, физико-химических и микробиологических процессов значительно расширяет возможности биотехнологии в плане переработки сырья биологического происхождения. Достижения фундаментальной науки послужили развитию модифицированных, нетрадиционных технологий, в частности, применения ферментных технологий во всем их многообразии, при получении новых изделий на основе комплексной переработки продуктов животноводства. Ферменты, обладающие способностью гидролизовать белки, широко используются в самых различных отраслях промышленности, сельском хозяйстве и медицине. Специфические протеазы, применительно к белковым субстратам, обеспечивают их глубокую деструкцию и позволяют повысить биологическую ценность получаемых гидролизатов за счет биоконверсии белков, раскрыть потенциальные возможности маловостребованных белковых ресурсов [1].

Ферментные технологии обработки мясного сырья в России используются еще весьма ограниченно и требуют создания специальных препаратов и форсированного внедрения их в производство. Перспективными источниками ферментов, производимых в промышленном масштабе, являются микроорганизмы-продуценты. Ранее нами была показана перспективность и целесообразность использования протеазы *Bacillus megaterium* в технологии мяса при выпуске эмульгированных мясопродуктов и цельномышечных изделий. Особенный интерес представляют исследования направленные на возможность применения ферментных технологий для обработки мясного сырья с повышенным содержанием соединительно ткани, а также отходов мясоперерабатывающего производства – жилок, сухожилий, фасций и т.д. [2].

Разработка перечня требований и конкретных рекомендаций по практическому использованию специальных ферментных препаратов для обработки мясного сырья возможна на основе выявления рациональных условий ферментной обработки мясного сырья, характеризующегося многокомпонентным составом, неоднородностью структуры и разнообразием свойств. Имеющиеся в литературе данные свидетельствуют, что мясное сырье второго сорта имеет пониженные технологические свойства, что связано, прежде всего, с повышенным содержанием соединительной ткани, а следовательно имеет жесткую консистенцию, ухудшающую общую органолептическую оценку готовых продуктов. Введение протеиназы *Bacillus megaterium* в мясное сырье вероятно будет приводить к развитию фрагментации мышечных волокон, зернистому распадом участков миофибрилл, набуханию и разволокнению коллагеновых волокон эндомизия, причем наблюдаемые тенденции не зависят от сортности мяса и ферментативная обработка эффективна для деструкции различных комплексов мяса независимо от количества в нем соединительной ткани и будут различаться лишь степенью выраженности наблюдаемых явлений. [3]

Материалы и методы исследования Объектами исследования служили: мясное

сырье – говядина жилованная второго сорта (с массовой долей соединительной и жировой ткани не более 20 %), полученная от охлажденной говядины I категории по ГОСТ 779-87; ферментный препарат протеолитического действия микробного происхождения - продуцент *Bacillus megaterium*. Промышленный выпуск препарата освоен на Вышневолоцком заводе ферментных препаратов (ТУоп 00479942-002-94). Определение влагосвязывающей способности (ВСС) проводили методом прессования, определение влагоудерживающей способности проводили, фиксируя различие между массовым содержанием влаги в фарше и количеством влаги, отделившейся в процессе термической обработки. [4]

Содержание нитрозопигментов в опытных образцах продукции проводили согласно методике [5]. Результаты исследований и обсуждение

Наиболее важными показателями, характеризующими функционально-технологические свойства мясного сырья, являются влагосвязывающая (ВСС) и влагоудерживающая способности (ВУС), которая характеризует содержание влаги в мышечной ткани и количество влаги, отделившейся в процессе тепловой обработки. ВУС приближенно характеризует изменения коллоидно-химических и структурно-механических свойств тканей и тесно связана с выходом готовой продукции. На рис. 1 и 2 представлены данные характеризующие динамику изменения ВСС и ВУС мясного сырья в процессе ферментативной обработки. Как видно из представленных графиков выдержка мясного сырья с внесением протеиназы *Bacillus megaterium* приводит к увеличению влагосвязывающей и влагоудерживающей способностей мясного сырья в первые три часа обработки независимо от сортности сырья. В дальнейшем наблюдается резкое снижение способности мясного сырья связывать и удерживать влагу с минимумом рассматриваемых показателей к 6 часам обработки. В дальнейшем наблюдается повторный рост ВСС и ВУС с максимумом при 18 часах обработки. Наблюдаемые эффекты могут быть связаны со спецификой воздействия ферментного препарата на структурные элементы мышечной и соединительной ткани мясного сырья.

Рис. 1 – Динамика изменения влагосвязывающей способности ферментированного мясного сырья

Рис. 2 – Динамика изменения влагоудерживающей способности ферментированного мясного сырья

Характер изменения содержания влаги в мясном сырье прошедшем ферментативную обработку аналогичен изменению влагосвязывающей и влагоудерживающей способностей и вероятно обуславливается теми же закономерностями. Далее нами были проведены исследования оценивающие влияние ферментативной обработки на содержание белка в модельных фаршевых системах. Важность информации о количественном содержании белков связана не только с определением потенциальных возможностей сырья и продуктов в покрытии физиологических потребностей организма человека, но и позволяет косвенно оценить эффективность биотехнологической обработки мясного сырья. В составе мяса и мясопродуктов содержатся простые и сложные белки, среди них

имеются водо-, солерастворимые, обеспечивающие, например, такие важные показатели, как водоудержание, набухаемость и растворимость, а также сложные белки-пигменты, придающие цветность. Эти белки отличаются не только химическим и пространственным строением, но и размерами частиц, а также формой молекул. В тоже время в процессе ферментативной обработки в мясных системах будет наблюдаться увеличение содержания продуктов гидролиза, таких как полипептиды и пептиды на первоначальном этапе гидролиза и аминокислоты на завершающих стадиях ферментативной обработки. Анализируя полученные результаты можно сделать вывод, что внесение протеиназы *Bacillus megaterium* оказывает значительное влияние на содержание белков в исследуемых объектах. Имеющиеся экспериментальные данные показывают, что внесение ферментного препарата приводит к первоначальному увеличению в системе продуктов гидролиза как водо- так и солерастворимых белков в первые три часа эксперимента, причем наблюдаемые тенденции не зависят от сортности мяса. Вероятно, это связано с накоплением в системе высокомолекулярных продуктов ферментативного гидролиза белков, таких как полипептиды. В дальнейшем под действием ферментного препарата гидролиз протекает все более интенсивно, что приводит к уменьшению количества белков в системе и накоплению низкомолекулярных продуктов гидролиза, таких как аминокислоты. Наблюдаемый эффект наиболее выражен для солерастворимых белковых фракций полученных из мясного сырья второго сорта. На следующем этапе работы было оценено влияние протеиназы *Bacillus megaterium* на количественное содержание в опытных образцах общих пигментов и доли нитрозопигментов в них, представленных в колбасных изделиях соединениями нитрозогемо- и миоглобина. Данный показатель чрезвычайно важен с технологической точки зрения, так как характеризует цветность продукта, а следовательно является определяющим в формировании органолептики готового изделия (рис. 3). Как показывают имеющиеся данные, влияние вносимой добавки оказывает значительное влияние на показатель цветности изучаемых образцов. Анализ полученных результатов позволяет сделать заключение, что при внесении ферментного препарата в качестве компонента рецептур колбасных изделий происходит первоначальное снижение количества нитрозопигментов в течение первых 3 часов, независимо первоначальной сортности мяса. Затем происходит постепенное повышение количества нитрозопигмента в продукте в последующие 6-18 часов. Рис. 3 - Влияние ферментативной обработки на содержание пигментов в мясопродуктах

На завершающем этапе исследований было необходимо оценить качественные показатели полученного продукта. Понятие качества мясных продуктов подразумевает совокупность свойств характеризующих пищевую и биологическую ценность, органолептические и функционально-технологические свойства продукта, а также степень их выраженности. Изменение этих

показателей зависит от состава сырья и изменений в процессе технологической обработки. С точки зрения качественных показателей, продукт должен в первую очередь удовлетворять сенсорные потребности человека. На данном этапе исследования была проведена комплексная оценка показателей качества колбасных изделий. Оценка проводилась в соответствии с рекомендациями методики [4,5] по техно-химическому контролю колбас. Оценивались основные органолептические, физико-химические и микробиологические показатели. Результаты исследований представлены в табл. 1. Опираясь на проведенные исследования и суммируя полученные результаты можно прийти к заключению, что введение в рецептуру модельных фаршевых систем ферментного препарата протеиназы *Bacillus megaterium* представляется целесообразным и будет иметь выраженный технологический эффект связанный прежде всего с увеличением функционально-технологических свойств фаршевых систем и повышения пищевой и биологической ценности продукта за счет гидролитического действия вносимого ферментного препарата на компоненты соединительной ткани.

Таблица 1 - Характеристика готовых вареных колбас

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Батоны с чистой сухой поверхностью, без повреждения оболочки
Консистенция	Упругая
Вид фарша на разрезе	Розовый или светло – розовый фарш равномерно перемешан
Запах и вкус	Свойственные данному виду продукта
Массовая доля влаги, %	67
Массовая доля поваренной соли, %	2,2
Массовая доля нитрита, %	0,005
Наличие бактерий группы кишечной палочки в одном г продукта	Не обнаружено
Общее микробное число, КОЕ/гр	$0,080 \cdot 10^3$

Можно ожидать у готового продукта повышения показателей выхода, улучшения органолептических характеристик, снижения себестоимости продукта за счет вовлечения в технологический процесс малоценных отходов пищевой промышленности. Оптимальными условиями обработки мясного сырья является выдержка мяса в процессе посола с ферментным препаратом в течение 3-6 часов.