

Введение Животное сырье, являющееся объектом переработки предприятий мясной промышленности, сочетает в себе сложный комплекс свойств, определяющих эффективность его использования при производстве продуктов питания. Повышение эффективности промышленной переработки мясного сырья, производство мясопродуктов, обеспечивающих многообразие потребительских свойств, требует расширения и углубления сведений о составе и свойствах перерабатываемого сырья и ингредиентов и их изменениях под воздействием технологических факторов [1]. В связи с этим исследования, направленные на выбор и изучение определяющих показателей технологической и функциональной адекватности мясного сырья, поступающего на промышленную переработку, его дифференциацию по качественным показателям и разработку на этой основе эффективных технологий, основанных на использовании биотехнологического потенциала как мясного сырья, так и адаптированных для сырья пищевых добавок, являются актуальными и способствуют решению проблемы обеспечения различных социально-возрастных и национальных групп населения высококачественными мясными изделиями [2]. В современной пищевой промышленности находят применение различные способы улучшения качества пищевых продуктов и совершенствования технологического процесса. Наиболее экономически выгодным и легко применимым является применение пищевых добавок, в результате чего пищевые добавки получили широкое распространение в большинстве стран мира [3]. Данная работа посвящена одной из разновидностей пищевых добавок, относящихся к веществам, применяемым для повышения влагоудерживающей способности, связности и адгезивности компонентов мясных систем, которые получили широкое распространение в мясной промышленности – пищевым фосфатам. Материалы и методы исследования В качестве объектов исследования выступали: мясное сырье – говядина I и II сортов, модельные фарши, полуфабрикаты, опытные образцы колбасных изделий. Для выработки модельных фаршей и колбасных изделий в качестве образцов для исследований отбирали говядину первой и второй категории упитанности по ГОСТ 779 в замороженном состоянии. Подготовку мясного сырья – размораживание, посол, термообработку осуществляли в соответствии с действующей нормативно-технической документацией. Для приготовления образцов колбасных изделий с добавлением фосфатных препаратов применяли сырье и материалы, предусмотренные ГОСТ 23670-79 «Вареные колбасы, сосиски и сардельки, хлеба мясные». В качестве исследуемых добавок были выбраны следующие пищевые фосфаты: · Динатрийфосфат (хим. формула - Na_2HPO_4) · Натрийтриполифосфат (хим. формула - $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) · Дигидрофосфат калия (хим. формула - KH_2PO_4) · Тетранатрийпирофосфат (хим. формула - $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$). В качестве контрольных образцов использовали говядину односортную, а также полуфабрикаты и образцы колбасных изделий и рубленых полуфабрикатов, полученные без

применения полифосфатных добавок. Все рассматриваемые пищевые фосфаты являются отечественными препаратами. Препараты характеризуются высокой степенью чистоты и рекомендованы для использования в мясной промышленности с целью расширения ассортимента фосфатных препаратов.

Определение влагосвязывающей способности (ВСС). ВСС определяли с помощью метода прессования, основанного на выделении воды испытуемым образцом при легком его прессовании, сорбции выделяющейся влаги и определении ее количества. Определение влагоудерживающей способности (ВУС). Оценка ВУС основана на определении разности между массовым содержанием влаги в фарше и количеством влаги, отделившейся в процессе термической обработки. В работе применены гистологические методики обзорного характера. Фиксацию материала проводили в спирт-формоле 9:1, уплотнение заливкой в парафин, гистосрезы готовили на санном микротоме, окрашивали гематоксилином и эозином, азуром II и эозином по Романовскому-Гимзе. При анализе препаратов учитывали взаимосвязь между частицами разрушенных мышечных волокон, соединительной ткани и жира; степень порозности плотных структур; размер и форму вакуолей; степень дисперсности, деструкции и взаимосвязанности структурных элементов фарша. Результаты исследований и обсуждение

С целью обоснования технологических режимов и способов применения фосфатных препаратов в производстве эмульгированных мясных продуктов было проведено изучение влияния исследуемых добавок на основные функционально-технологические (влагоудерживающая способность, влагосвязывающая способность) свойства мясного сырья. Внесение пищевых фосфатов оказало значительное влияние на способность мясного сырья связывать влагу.

Необходимо отметить, что для всех рассматриваемых добавок, за исключением динатрийфосфата был отмечен выраженный дозозависимый эффект увеличения ВСС с максимумом влагосвязывания при дозировке препаратов 0,3%. Для динатрийфосфата была отмечена тенденция снижения влагосвязывающей способности с увеличением дозировки препарата в модельной фаршевой системе. Было установлено, что внесение пищевых фосфатов оказывает значительное влияние на способность мясного сырья удерживать влагу. При этом нужно отметить, что характер изменения влагоудерживающей способности в зависимости от дозировки добавок отличался от соответствующих показателей относительно контроля. Для всех рассматриваемых добавок, был отмечен выраженный дозозависимый эффект увеличения ВУС с максимумом удержания влаги в продукте при дозировке препаратов 0,3-0,6%. Для динатрийфосфата также была отмечена тенденция увеличения влагоудерживающей способности с увеличением дозировки препарата в модельной фаршевой системе с максимумом при дозировке препарата 0,9%. Эффект, получаемый при использовании фосфатов, объясняют их специфическим действием на мышечные белки и другие составные части фарша. При добавлении фосфатов в результате

повышения pH увеличение влагоудерживающей способности мяса связано с влиянием поверхностного заряда молекулы. Ионная сила при совместном введении в мясо соли и фосфатов повышается. Повышение поверхностного заряда действует не только на частицы белка, но и жира, что способствует его лучшему эмульгированию и распределению в колбасном фарше [4]. Причина повышения набухания мышечных белков под действием фосфатов объясняется также тем, что фосфатные остатки связывают ионы кальция и магния в молекуле белка. При этом в пептидной цепи освобождаются полярные группы, которые присоединяют по одной молекуле воды, в результате чего повышается гидратация белковой молекулы. От степени гидратации зависят набухание, структура, консистенция и окраска мускульных волокон до и после нагревания. Известно, что функционально-технологические свойства тесно связаны с таким важным технологическим показателем как выход готовой продукции [5].

Рассмотренные фосфаты существенно повышали влагоудерживающую способность мясного фарша, а вследствие этого и выход готовой продукции. Проведенные эксперименты показали значительный эффект увеличения выхода готовой продукции для всех рассматриваемых добавок с увеличением концентрации вносимого фосфата. Для динатрийфосфата (Na_2HPO_4) и натрийтриполифосфата ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) максимальный выход был зафиксирован в диапазоне концентраций 0,6-0,9 % с линейной зависимостью увеличения выхода. Для дигидрофосфата калия (KH_2PO_4) и тетранатрийпирофосфата ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) был характерен экстремальный рост величины выхода с максимумом в диапазоне концентраций 0,3-0,6%. На завершающем этапе работы были проведены гистологические исследования по оценке влияния фосфатных добавок на состояние тканей и структурных элементов фарша, а также в готовой продукции после термической обработки. [6] Гистологические исследования – один из наиболее достоверных и наглядных методов, позволяющих на микроструктурном уровне определить эффективность воздействия различных добавок на структурные элементы мяса. Для проведения анализа были получены опытные образцы продукции с использованием в качестве компонентов рецептур исследуемых фосфатных добавок в оптимальной дозировке, установленной предыдущими исследованиями. Гистологическое исследование образцов позволило оценить структурообразование, порозность, размер и форму вакуолей и другие параметры. Результаты представлены на рис. 1-4. Рис. 1 - Микроструктура контрольного образца мясопродуктов $\times 100$ Рис. 2 - Микроструктура опытного образца мясопродуктов с использованием дигидрофосфата калия $\times 100$ Рис. 3 - Микроструктура опытного образца мясопродуктов с использованием динатрийфосфата $\times 100$ При исследовании контроля в структурной компоновке частиц мышечных волокон и соединительной ткани установлено сравнительно плотное прилегание волокнистых элементов, обеспечивающее хорошую порозность. Вакуоли

(микрополости, микропустоты) располагались равномерно, характеризовались однородной овальной формой. Контроль в структурообразовании по гистологической картине характеризовался хорошей взаимосвязью частиц мышечных волокон и соединительной ткани, умеренной порозностью плотных структур. Размеры вакуолей были незначительные. Форма их - преимущественно округло-овальная. Фарш был хорошо диспергирован, структурные элементы его взаимосвязаны. В эксперименте с добавкой натрийтриполифосфата гистология фарша в образцах характеризовалась сходством компоновки структурных элементов. Взаимосвязь между частицами мышечных волокон и соединительной ткани была умеренно плотной; степень порозности выражена незначительно; размеры и форма вакуолей сравнительно однородные; степень дисперсности, деструкции и взаимосвязанности структур сходные. Рис. 4 - Микроструктура опытного образца мясопродуктов с использованием натрийтриполифосфата 100

В образцах, полученных с применением дигидрофосфата калия, выявляли большую разобщенность структурных элементов фарша, нарастание степени порозности, округло-овальную форму вакуолей. Микроскопически при визуальном анализе образцов морфология фарша в образцах, полученных с использованием динатрийфосфата, характеризовалась умеренной плотностью, однородностью структуры. В образцах с тетранатрийпирофосфатом выявляли большую разрыхленность и пористость с нарастанием количества однородных полостей. Таким образом, морфологическими исследованиями установлено, что применение фосфатных соединений в качестве добавок к фаршу при изготовлении эмульгированных мясопродуктов оказывает положительное влияние на его структурные показатели. В зависимости от вида фосфатов и дозы их применения структурообразование и компоновка составных элементов фарша в готовом мясопродукте имеют отличия. Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что использование фосфатных препаратов приводит к увеличению функционально-технологических свойств мясного сырья, увеличивает выход готового продукта. [7] Проведенные исследования показали, что введение в рецептуру мясопродуктов натрийтриполифосфата в дозировке 0,3% и тетранатрийпирофосфата в дозировке 0,3-0,6% является наиболее приемлемым и целесообразным. Установлено, что применение фосфатных добавок, не ухудшает качество мясных изделий и позволяет получить продукт, по своим характеристикам полностью соответствующий нормативно-технической документации.