

Введение В настоящее время проблема соответствия технологических процессов и специфики качества перерабатываемого сырья достижению адекватных потребительских свойств готовых изделий, включая их экологическую безопасность, биологическую и энергетическую ценность, хранимостпособность, имеет существенное значение. Особую актуальность эта проблема приобретает в условиях резко обозначившихся различий в технологических свойствах мясного сырья, относящегося к различным группам с био- и физико-химической спецификой. На современных производствах интенсификация технологического процесса достигается, в основном, за счет использования различных пищевых добавок, обладающих многоцелевым функционально-технологическим действием. В состав таких добавок входят вкусоароматические и функциональные ингредиенты, способные модифицировать ход физико-химических, биохимических и микробиологических процессов. Наиболее экономически выгодным и легко применимым является применение пищевых добавок, в результате чего пищевые добавки получили широкое распространение в большинстве стран мира. В настоящее время рядом зарубежных фирм производителей пищевых добавок, работающих на российском рынке, предлагается большой ассортимент многофункциональных смесей, вводимых в сырье как в сухом виде, так и в составе посолочных растворов. Подобного рода смеси содержат, как правило, вкусоароматические вещества (экстракты пряностей), фосфаты, аскорбинат натрия, различные сахара, усилители вкуса (глутамат натрия), вещества, повышающие водосвязывающую способность (пектин, каррагинан) и другие компоненты, обеспечивающие получение комплексного технологического эффекта (улучшение качества, сокращение технологического процесса). В то же время аналогичные добавки российского производства отсутствуют. Крайне ограничены также данные по влиянию добавок на качество и биологическую ценность мясопродуктов, в том числе изготовленных из размороженного сырья, а также сырья с пороками и измененными ветеринарно-санитарными показателями. В связи с этим проблема поиска новых добавок российского производства и адаптация существующих к реалиям современных мясоперерабатывающих производств является актуальной и требует проведения соответствующих научных исследований. Целью работы являлось расширение информационных данных о влиянии новых отечественных пищевых фосфатов на основные физико-химические и биохимические свойства мясного сырья и разработка научных принципов проектирования рецептур и технологий производства мясопродуктов с применением полифункциональных добавок с заданным технологическим потенциалом. Материалы и методы исследования В качестве объекта исследования использовалось мясное сырье – говядина I сорта, полученная от животных первой и второй категории упитанности по ГОСТ 779. Модельные фаршевые системы готовили с использованием отечественных

фосфатных препаратов 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 - $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) Все рассматриваемые пищевые фосфаты являются отечественными препаратами. Препараты характеризуется высокой степенью чистоты и рекомендованы для использования в мясной промышленности с целью расширения ассортимента фосфатных препаратов. Величину pH определяли потенциометрическим способом. Навеску каждого из образцов колбасного фарша массой $(10.00 \pm 0.02)\text{г}$ экстрагируют дистиллированной водой в соотношении 1:10 в течение 30 минут при $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, перемешивают и фильтруют через складчатый бумажный фильтр. Определяют pH на pH-метре. Результат фиксируют. Спектрофотометрические исследования проводили методом Варбурга и Христиана, путем измерения оптической плотности белкового раствора при 280 и 260 нм согласно методике [3]. Результаты исследований и обсуждение С химической точки зрения фосфаты представляют собой смеси различных солей фосфорной кислоты. Фосфаты, вызывая изменения величины pH среды, повышая ионную силу растворов и связывая Ca^{2+} в системе актомиозинового сокращения, обеспечивают интенсивное набухание мышечных белков, увеличивая уровень водосвязывающей и эмульгирующей способностей, повышая вязкость фарша и тормозя окислительные процессы в жире. Следует отметить, что набухание происходит за счет диффузии молекул низкомолекулярного растворителя в высокомолекулярное соединение. Белки, как и многие полимеры, содержат группы, способные диссоциировать, т.е. являются высокомолекулярными электролитами. При диссоциации таких полимеров образуются подвижные ионы и многозарядный полимерный макроион. Белки относятся к полиэлектролитам, в молекулах которых чередуются кислотные и основные группы – т.е. полимерным амфотерным электролитам. Таким образом, на набухание белков большое влияние будет оказывать pH среды. Изменение формы макромолекулы белка в зависимости от реакции среды определяет свойства белковых растворов. Эффективность применения фосфатов и их смесей во многом зависит от его pH и степени сдвига среды в мясных системах от изоэлектрической точки белков [1]. Фосфаты, применяемые в мясной промышленности, комплексно влияют на конформационное состояние белковых молекул, в частности, за счет регулирования pH среды. Полученные данные свидетельствуют, что внесение фосфатов привело к изменению величины pH. [2] Из рассматриваемых добавок 3 препарата являлись представителями так называемых «щелочных» фосфатов, имеющих pH в диапазоне 7-10 ед. (Динатрийфосфат (Na_2HPO_4), Натрийтриполифосфат ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) и Тетранатрийпирофосфат ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$)), один препарат относился к группе «кислых» фосфатов имеющих величину pH в диапазоне 4 ед. (Дигидрофосфат калия (KH_2PO_4)). Из литературных данных известно, что различие в уровнях pH и специфике воздействия на мясное сырье

приводит к тому, что добавки отличаются друг от друга степенью воздействия на жир и белки мяса. Во многом это зависит от величины pH 1%-го раствора солей. Кислые соли могут понизить влагоудерживающую способность мяса, нейтральные - недостаточно активны, а щелочные могут слишком сильно сместить pH среды в щелочную сторону. Чрезмерное повышение pH фарша нежелательно, так как это придает продукту неприятный привкус. Поэтому наиболее часто применяют смеси, состоящие из щелочных, нейтральных и кислых фосфатов, с тем, чтобы pH колбасных продуктов не повышался более 6,5 [3]. Внесение щелочных фосфатов закономерно привело к росту pH, который был прямо пропорционален дозировке вносимого препарата. Максимальная величина pH была отмечена в диапазоне дозировок 0,3-0,9% и составила 6,4-6,6, что не превышает пороговых значений, при которых наблюдается ухудшение органолептических показателей мясopодуKтов. Необходимо отметить, что при увеличении дозировки натрийтриполифосфата с 0,6% до 0,9% наблюдалось некоторое снижение величины pH от имеющихся значений. Внесение монокалийфосфата привело к некоторому снижению величины pH в диапазоне концентраций 0,1-0,9% с 5,9 до 5,7. Известно, что эффект, получаемый при использовании фосфатов, объясняют их специфическим действием на мышечные белки и другие составные части фарша.[5] Фосфаты оказывают значительное влияние на протеиновые системы, меняя конформацию белков, воздействуя на протеиновые молекулы аналогично действию аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), так, например, присутствие пирофосфата способствует диссоциации актомиозина на актин и миозин и повышает благодаря этому количество растворимого белка в системе.[6]. Имеются данные, подтверждающие влияние фосфатов на повышение содержания растворимых белков в мясе[7]. Имеющиеся в литературе данные [8] указывают, что фосфаты в большей мере способны воздействовать на катионы двухвалентных металлов (Ca, Mn, Zn, Pb Cu). Пептидные цепочки мышечной ткани связаны между собой кальциевыми мостиками, которые блокируют доступ полярным группам. Замена натрием связанного кальция путем ионного обмена повышает гидратацию мяса и как следствие, связывание водорастворимых белковых фракций мяса Следствием этого является то, что добавление фосфатов связывает ионы Ca^{2+} и освобождает доступ к полярным группам [9]. Кроме того, специфическое действие фосфатов основано на способности некоторых из них (пиро- и триполифосфатов), подобно АТФ, участвовать в процессе расщепления связи между актином и миозином, что приводит к удлинению белковых мицелл и раскручиванию полипептидных цепочек. Исходя из изложенного представлялось необходимым провести изучение белковых фракций мясного сырья, обработанного различными дозами фосфатных препаратов, с целью определения дальнейших путей его использования в технологии производства продуктов питания. Спектры поглощения света веществом определяются

разностью энергий между энергетическими уровнями при переходе электрона с нижнего уровня на верхний. В случае молекулярного состава вещества эти уровни зависят от свойств входящих в него молекул, а также вероятностями перехода между уровнями. Разность энергий определяет длину волны, на которой происходит поглощение света, вероятность перехода - коэффициент поглощения вещества. Для биологически важных молекул характерны широкие полосы поглощения, обусловленные электронными, колебательными и вращательными уровнями. Молекулярные группы, поглощающие свет, в биологии называют хромофорами [10]. В результате спектрофотометрических исследований водо- и солерастворимых фракций модельных фаршевых систем с фосфатами были отмечены следующие хромофоры: а группа гема (575-579 нм), b группа гема (540-544 нм), g группа гема (410-416 нм), оксигемоглобин (343 нм), f-полоса, белковой части гемоглобина, (275 - 280 нм), деоксигемоглобин (620-680 нм), деоксигемоглобин (585-590 нм), метгемоглобин (500 нм) и др. Трехмерная графическая интерпретация полученных экспериментальных данных по изучению воздействия фосфатных препаратов на спектрофотометрические свойства белковых фракций мясного сырья представлена на рисунках 1-4. Оценивая имеющиеся результаты можно сделать вывод об экстремальном изменении интенсивности спектров поглощения исследуемых белковых фракций с выраженными максимумами в диапазоне концентраций 0,3-0,6%. Рис. 1 - Спектры поглощения хромофоров водрастворимых белковых фракций мяса под действием различных концентраций динатрийфосфата (Na_2HPO_4) Рис. 2 - Спектры поглощения хромофоров водрастворимых белковых фракций мяса под действием различных концентраций натрийтриполифосфата ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) Внесение фосфатных препаратов привело к изменению интенсивности спектров поглощения всех рассматриваемых белковых фракций. Необходимо отметить, что в зависимости от вида фосфата наблюдаемые эффекты были различными. Так, внесение динатрийфосфата (Na_2HPO_4) привело к увеличению спектров соединений при длине волн 540-580 нм, на которых регистрируются соединения окси- и миоглобина, однако, при этом наблюдалось уменьшение полосы Core. Рис. 3 - Спектры поглощения хромофоров водрастворимых белковых фракций мяса под действием различных концентраций дигидрофосфата калия (KH_2PO_4) Рис. 4 - Спектры поглощения хромофоров водрастворимых белковых фракций мяса под действием различных концентраций тетранатрийпирофосфата ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) Наиболее выраженными эти изменения становились при увеличении дозировки препарата с 0,1 % до 0,3-0,6%. Возможно наблюдаемые явления связаны со способностью фосфатов диссоциировать актомиозиновый комплекс, а также способствовать растворению миозина. Использование дигидрофосфата калия (KH_2PO_4) и тетранатрийпирофосфата ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) показало сходную спектрофотометрическую картину. Как видно из представленных данных внесение рассматриваемых препаратов привело к увеличению интенсивности

спектров поглощения для водорастворимых белковых фракций. Напротив внесение натрийтриполифосфата ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) привело к значительному повышению интенсивности спектров поглощения рассматриваемых групп хромофоров как у водорастворимых так и у солерстворимых белковых фракций. Вероятно, наблюдаемые эффекты связаны со спецификой воздействия данного вида фосфатов на мясное сырье. Таким образом, были расширены информационные данные о влиянии пищевых фосфатов на мясное сырье, изучено влияние новых пищевых фосфатов отечественного производства на основные физико-химические свойства модельных фаршевых систем с фосфатами. Опираясь на проведенные исследования можно рекомендовать рассматриваемые фосфатные препараты в технологии эмульгированных мясопродуктов для повышения качества готового продукта. Применение исследуемых фосфатных добавок не ухудшает качество мясного сырья и позволит получить продукт, по своим характеристикам соответствующий нормативно-технической документации [11].