

Министерство сельского хозяйства РФ

ФГБОУВО Брянский ГАУ

Институт ветеринарной медицины и биотехнологии

Кафедра кормления животных, частной зоотехнии
и переработки продуктов животноводства

Рябичева А. Е., Стрельцов В. А.

ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

учебно-методическое пособие

для самостоятельной работы студентами направления
19.03.03 «Продукты питания животного происхождения»
профиль «Технология мяса и мясных продуктов»



Брянская область, 2022

УДК 664:637.5 (076)

ББК 36

Р 98

Рябичева, А. Е. Пищевая биотехнология: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентами направления 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» профиль «Технология мяса и мясных продуктов» / А. Е. Рябичева, В. А. Стрельцов. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022. - 53 с.

Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы подготовлено в соответствии с типовой учебной программой по изучению дисциплины «Пищевая биотехнология» студентами, обучающимися по направлению 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» профиль «Технология мяса и мясных продуктов».

Рецензенты: к.б.н., доцент кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства Брянского ГАУ Гулаков А.Н.;

начальник отдела пищевой микробиологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ГБУ Брянской области «Дубровская зональная ветлаборатория» Андриюшина Н.С.

Рекомендовано к изданию решением методической комиссии института ветеринарной медицины и биотехнологии Брянского ГАУ протокол № 2 от 27.10.2022 года.

© Брянский ГАУ, 2022

© Рябичева А.Е., 2022

© Стрельцов В.А., 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Тема 1. Пищевые фосфаты	5
Тема 2. Пищевые гидроколлоиды	9
Тема 3. Особенности современных способов получения мясных эмульсий	29
Тема 4. Поваренная соль, ее функционально-технологическое значение.	43
Примерные темы для написания реферата	48
Рекомендуемая литература для изучения дисциплины	50
Список использованной литературы	52

ВВЕДЕНИЕ

Пищевая биотехнология является одним из важнейших разделов биотехнологии. В течение тысячелетий люди успешно получали сыр, уксус, спиртные напитки и другие продукты, не зная о том, что в основе лежит метод микробиологической ферментации. С помощью пищевой биотехнологии в настоящее время получают такие пищевые продукты, как пиво, вино, спирт, хлеб, уксус, кисломолочные продукты, сырокопченые и сыровяленые мясные продукты и многие другие. Кроме того, пищевая биотехнология используется для получения веществ и соединений, используемых в пищевой промышленности: это лимонная, молочная и другие органические кислоты; ферментные препараты различного действия – протеолитические, амилолитические, целлюлолитические; аминокислоты и другие пищевые и биологически активные добавки.

Важность пищевой биотехнологии для специалистов в области пищевой промышленности определяется тем, что использование микроорганизмов или ферментных препаратов, биотехнологических процессов при производстве пищевых продуктов оказывает существенное влияние на потребительские свойства и показатели качества продуктов питания. Знание о биотехнологических процессах позволит определить причины порчи продуктов и возникновения дефектов, приводящих к существенным количественным потерям.

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины организуется самим студентом. При возникновении сложностей или неясных позиций студент обращается за помощью к преподавателю.

При самостоятельной работе студента по изучению дисциплины у него должна быть рабочая программа. В рабочей программе отражено содержание отдельных разделов изучаемой дисциплины, а также указан объем материала, который должен быть дан в лекциях и закреплён на практических занятиях. В конце приведен список учебной литературы. Для лучшей организации самостоятельной работы и усвоения материала студенты должны пользоваться основной и дополнительной литературой. Для самостоятельного контроля усвоения материала в конце темы имеются вопросы, на которые студент должен ответить после изучения материала темы.

Дисциплина «Пищевая биотехнология» направлена на формирование у студентов компетенций предусмотренных учебным планом.

В результате освоения дисциплины студенты должны знать биотехнологические способы получения полезных для человека соединений; традиционные биотехнологические процессы, используемые в пищевой промышленности; приобрести навыки работы с целевыми продуктами; научиться применять полученные знания на практике.

ТЕМА 1. ПИЩЕВЫЕ ФОСФАТЫ

Пищевые фосфаты принадлежат к числу самых распространенных и популярных видов пищевых добавок, используемых в колбасном производстве.

По классификатору к пищевым фосфатам относят: E450 - дифосфаты, пирофосфаты (8 видов), E451 - трифосфаты (2 вида), E452 - полифосфаты (5 видов).

Все пищевые фосфаты отличаются по уровню pH, в связи с чем их делят на кислые (pH < 5,5), нейтральные (pH 6,6-7,5), щелочные (pH 8,5-9,9).

В перечне пищевых фосфатов присутствуют натриевые, кальциевые и калиевые соли фосфорных кислот

Основные функции и механизм действия фосфатов.

Как известно, у технологов-практиков использование фосфатов ассоциативно связывается с необходимостью увеличения влагосвязывающей способности (ВСС) мясных систем и повышением выхода готовой продукции. Но этот подход является принципиально ошибочным. Специалисты путают причины и следствие.

Повышение ВСС является результатом воздействия фосфатов на состояние миофибриллярных белков мяса, которое заключается в следующих эффектах:

- фосфаты обеспечивают диссоциацию нерастворимого актомиозинового комплекса на растворимые актин и миозин, в результате чего увеличивается количество гидрофильных центров и степень набухания белков, что приводит к увеличению их ВСС;

- о фосфаты (в основном нейтральные и щелочные) смещают pH систем от изоэлектрической точки мышечных белков (pH ИЭ точки 5,4) в нейтральную сторону, что также увеличивает долю адсорбционно-связанной воды;

- натриевые соли фосфатов осуществляют связывание (секвестирование) ионов кальция и магния до нерастворимых комплексов, что предотвращает блокирование ими гидрофильных центров, находящихся на поверхности белковых молекул.

Таким образом, фосфаты восстанавливают или увеличивают функционально-технологический потенциал мышечных белков. Кроме того, установлено, что введение пищевых фосфатов обеспечивает повышение эмульсионной способности белков и степени эмульгируемости дисперсных систем.

Иногда фосфаты даже называют эмульгирующими солями, но в большинстве случаев эмульсионные свойства проявляют не сами фосфаты, а продукты их взаимодействия с молекулами белка. Это происходит вследствие связывания ионов кальция, более тонкого диспергирования жира и распределения его капель в системе, повышения функционального потенциала белков и, таким образом, устойчивости эмульсий к механическим и термическим воздействиям.

Различные виды фосфатов неадекватно влияют на эмульсионные свойства белков.

Применение монофосфатов снижает степень эмульгируемое жира. Использование фосфатов, особенно их кальциевых солей, существенно увеличивает уровень эмульгирования.

Пищевые фосфаты оказывают опосредованное действие на процесс окис-

ления белков и липидов в мясных системах. Антиоксидантное действие фосфатов обеспечивается их способностью связывать ионы металлов (кальция, магния, железа), катализирующих процессы окисления липидов в мясе, переводя их в нерастворимое состояние.

Воздействие фосфатов на процесс цветообразования в мясопродуктах неоднозначно. Увеличение рН среды выше значения, соответствующего изоэлектрической точке, оказывает положительное влияние на водоудерживающую способность мяса, но одновременно затрудняет процесс цветообразования. В этой связи наиболее эффективны с точки зрения стабилизации окраски мясопродуктов фосфаты с низкими значениями рН, т. е. кислые фосфаты.

Традиционно в технологии мясопродуктов большей частью применялись нейтральные и щелочные соли фосфатов, так как именно их использование позволяет повысить эмульгирующую способность, улучшить нарезаемость продукта, сформировать отблеск (глянцевость) на срезе готовых мясопродуктов.

Однако в условиях широкого использования в современной технологии колбасного производства белково-коллагеновых и белковожировых эмульсий, мяса механической обвалки, мяса с признаками DFD, пищевых гидроколлоидов (имеющих значение рН в слабощелочной зоне) применение сильнощелочных фосфатов приводит к повышению вязкости фаршей, степени их взбиваемости, увеличению пено- и порообразования, снижению интенсивности окраски и слабой адгезии крошки шпика в мясной массе структурированных колбас.

В связи с этим обстоит интерес к кислым фосфатам, которые стали применяться как индивидуально (для направленного снижения величины рН в мясных системах), так и в составе многокомпонентных смесей фосфатов, позволяющих создавать буферную емкость.

В отличие от эмульсий, куда фосфаты можно вносить без предварительной гидратации, кислые фосфаты, предназначенные для инъекций, растворяют в рассоле. В связи с этим растворимость фосфатов и других ингредиентов должна быть довольно высокой, так как необходимо иметь уверенность, что даже при достаточно высокой концентрации рассола не произойдет кристаллизации солей и засорения игл инъектора во время процесса инъектирования. Фосфаты с уровнем рН > 9 специально предназначены для повышения величины рН мясного сырья, имеющего рН < 5,8. При содержании фосфатов в готовом продукте свыше 0,3% можно получить и более высокий выход готового продукта.

Щелочные фосфаты растворяются хуже, чем нейтральные.

Основные требования к качеству пищевых фосфатов:

- уровень рН (не выше 9-9,2);
- отсутствие примесей;
- в составе фосфатов должны преобладать линейные короткоцепочечные фосфаты;
- в составе фосфатов должно быть точно указано содержание P_2O_5 ;
- фосфаты должны иметь хорошую растворимость, не должны комковаться.

Нормы использования фосфатов - от 0,3 до 0,5 г на 1 кг фарша. При ис-

пользовании этих дозировок отмечается повышение ВСС, липкости; фарш становится мягким, блестящим, эластичным.

Увеличение дозировок до 2-3 г на 1 кг фарша, по сведениям германских специалистов, не влияет ни на уровень рН, ни на уровень ВСС, а приводит к появлению рыхлости фарша после термообработки.

Следует отметить, что фосфаты являются вспомогательным ингредиентом в рецептурах мясопродуктов, поэтому в нормативных документах их применение регламентируется в допусках.

Опыт показывает, что при работе с охлажденным мясом, имеющим нормальный уровень рН, имеется возможность производить вареные колбасы с выходом до 105-110%, не применяя пищевых фосфатов.

Добавляя фосфаты, выход можно поднять до 120-125%. Получение супервыходов обеспечивается комплексным использованием пищевых фосфатов, белковых препаратов, и гидроколлоидов.

Одним из критериев в определении целесообразности применения фосфатов и выборе их вида является уровень рН мясного сырья и мясных систем.

При работе с сырьем, имеющим признаки PSE и RSE, наиболее рационально использование щелочных и даже сильнощелочных фосфатов.

В случае использования мяса DFD, крахмалов, белковоколлагеновых и белково-жировых эмульсий применение фосфатов, особенно нейтральных и щелочных, не является целесообразным; зачастую в этих случаях требуется использование кислых фосфатов.

Нет необходимости использовать фосфаты в рецептурах мясопродуктов «эконом-класса», в состав которых входят в основном белково-жировые и белково-коллагеновые эмульсии, а доля мышечных белков низкая. Использование щелочных фосфатов в данном случае будет приводить к появлению мыльного вкуса, резкому ухудшению цвета мясопродуктов и снижению срока хранения готовой продукции вследствие интенсивного развития гнилостных микроорганизмов в условиях высоких значений рН.

Выбор типа фосфатов осуществляют с учетом технологических целей. Для колбасного производства предпочтительным является использование короткоцепочечных дифосфатов, которые действуют быстрее. Для приготовления рассолов нужны фосфаты с хорошей растворимостью, высоким уровнем рН и буферной емкости. Особенностью свойств полифосфатов является проявление ими бактериостатического эффекта, особенно при значениях рН среды выше 7,0. При использовании фосфатов следует строго соблюдать их дозировку; превышение дозировки может привести:

- к нарушению нормативов содержания общего фосфора в пересчете на оксид P_2O_5 в готовой продукции;
- появлению перламутрового блеска (на срезе у деликатесной продукции);
- белому налету на поверхности колбасных батонов и деликатесной продукции.

В современной технологии мясопродуктов используют как комплексные смеси фосфатов, так и отдельные соли фосфорных кислот.

Отдельные соли фосфорной кислоты (индивидуальные фосфаты) изменяют рН одновременно, в связи с чем при осуществлении процесса куттерования значение рН получаемой мясной системы постоянно варьирует в зависимости от количества вносимых ингредиентов и уровня их собственного рН, что негативно воздействует на функционально-технологические свойства мышечных белков и не позволяет получать устойчивую дисперсную мясную систему.

Комплексные пищевые фосфаты представляют собой смесь кислых и щелочных, одно- или двухзамещенных солей фосфорной кислоты либо смесь слабых кислот и солей с сильным основанием.

Особенность комплексных фосфатов - наличие у данных смесей буферной емкости, способной удерживать уровень рН в стабильном диапазоне. Определяют буферную емкость по количеству кислоты либо щелочи, необходимой для изменения (снижения или повышения) уровня рН на 1. Чем выше буферная емкость, тем более устойчива система

Буферная система нейтрализует сильно кислые или сильно щелочные растворы, поддерживает определенный уровень рН в системе (для колбасного производства рН находится в интервале от 6-7), усиливает действие консервантов, создает неблагоприятные условия для развития микроорганизмов.

Создание буферной емкости является важным инструментом для стабилизации свойств колбас и мясопродуктов, особенно получаемых из мяса, имеющего признаки PSE и DFD.

С целью обеспечения высокой эффективности фосфатов при производстве мясопродуктов контролируется степень их очистки, которая в ряде препаратов достигает 99,8%.

При приготовлении комплексных смесей фосфатов соблюдают, как правило, несколько принципов:

- создание высокой буферной емкости;
- комбинирование плохо растворимых дифосфатов натрия с хорошо растворимыми длинноцепочечными фосфатами или фосфатами калия;
- введение в состав смесей фосфатов, кроме натриевых солей фосфорных кислот, солей калия (для использования в системах, содержащих каррагинаны) или кальция (для повышения эмульгирующей способности молочных белков, альгинатов и др.).

В современных условиях, благодаря использованию технологии сухого распыления, стало возможным производство молекулярных смесей фосфатов с разной длиной цепочки без использования метода физического смешивания. Согласно новой технологии, приготовленные растворы фосфорной кислоты и гидроксидов натрия и/или калия смешивают и затем распыляют при определенной температуре. В результате получается комбинация натрия/калия ди- и триполифосфатов с молекулярной, а не кристаллической структурой, как это происходит при механическом смешивании. И, что особенно важно для мясоперерабатывающей промышленности, все эти смеси обладают гораздо большей степенью растворимости. В частности, большинство фосфатов «Карнал» и «Абастол» растворимы даже в холодном рассоле с добавлением льда, тогда как обычные фосфаты сначала растворяют в воде и только затем добавляют соль.

С целью снижения количественного содержания общего фосфора в готовой мясопродукции в настоящее время в качестве альтернативы фосфатам используют соли других пищевых кислот: цитраты (соли лимонной кислоты), тартраты (соли винной кислоты), лактаты (соли молочной кислоты), ацетаты (соли уксусной кислоты).

Следует отметить, что эти пищевые добавки, так же как и фосфаты, позволяют изменять величину рН дисперсных систем, способствуют набуханию мышечных белков, что увеличивает ВСС систем, имеют хорошую растворимость, не влияют на вкус готовой продукции.

Однако степень технологической эффективности лактатов, цитратов, тартратов и ацетатов ниже, чем у фосфатов, так как они не оказывают влияния на состояние актомиозинового комплекса. Уровень ВСС мясной системы при использовании вышеперечисленных солей ниже.

Также следует отметить, что при применении лактатов фарш приобретает более плотную консистенцию, чем при применении фосфатов, и имеет матовый оттенок; в ряде случаев могут образовываться бульонно-жировые отеки.

Ацетаты могут придавать мясопродуктам сладковато-металлический, а лактаты - солоноватый или кисловатый оттенок вкуса.

Нормы использования препаратов, альтернативных фосфатам, - до 3 г на 1 кг фарша.

Вопросы для самопроверки:

1. Основные функции фосфатов?
2. Механизм действия фосфатов?

ТЕМА 2. ПИЩЕВЫЕ ГИДРОКОЛЛОИДЫ

Группа структурообразователей, стабилизаторов консистенции, вододерживающих агентов, которые часто называют пищевыми гидроколлоидами, занимает особое место среди пищевых добавок, используемых в технологии мясопродуктов

Основная функция пищевых гидроколлоидов заключается в стабилизации коллоидных пищевых систем (регулирование кинетической и термодинамической устойчивости). Частицы гидроколлоидов способствуют снижению межфазного поверхностного натяжения, облегчают процесс диспергирования, формируют механический барьер, препятствуют коалесценции, образуют структуру и стабилизируют полученную систему.

Среди пищевых гидроколлоидов различают *загустители* и *гелеобразователи*.

Загустители – вещества, повышающие вязкость пищевых систем.

Гелеобразователи (желеобразователи) структурируют пищевые дисперсные системы.

Разделить их не всегда возможно, так как некоторые загустители в определенных условиях способны образовывать прочные гели.

Загустители и гелеобразователи представляют собой линейные или параллельно разветвленные цепи, т. е. высокомолекулярные вещества (ВМВ), с гидрофильными группами, которые вступают во взаимодействие с водой.

Использование пищевых гидроколлоидов в технологии мясопродуктов позволяет:

- стабилизировать дисперсии и эмульсии за счет увеличения вязкости, снижения поверхностного натяжения, образования структурированных слоев на поверхности раздела фаз;

- повысить водосвязывающую способность системы;

- регулировать состояние структурно-механических свойств, стабилизировать текстуру, сохранить консистенцию продукта при замораживании и размораживании;

- вследствие особенностей реологических характеристик обеспечить повышение степени пластификации пищевых систем, что является достаточно важным в условиях сокращения или снижения количественных уровней введения жиров в мясопродукты;

- стабилизировать свойства продукта при разогреве готовой продукции;

- обеспечить увеличение периода хранения готовой продукции вследствие повышения доли связанной воды и таким образом снизить величину активности воды A_w ;

- рассматривать пищевые гидроколлоиды как балластные вещества (пищевые волокна), так как они не перевариваются организмом;

- снизить себестоимость готовой продукции.

Эффективность действия гидроколлоидов определяется:

- видом гидроколлоидов;

- структурной особенностью молекул – длиной, степенью разветвления, количеством функциональных групп, их расположением в молекуле;

- способом получения, очистки, условиям хранения;

- способом приготовления и технологического использования;

- условиями среды: величиной рН, температурой, солевым составом;

- взаимодействием с другими веществами (явления синергизма либо конкурентные отношения).

К основным показателям функционально-технологических свойств пищевых гидроколлоидов относят:

- величину критической концентрации гелеобразования (ККГ), т.е. минимальную концентрацию препарата, при которой система переходит в гель;

- вязкость;

- гелеобразующую способность;

- водосвязывающую способность;

- эмульгирующую способность (для некоторых видов гидроколлоидов).

Многие пищевые гидроколлоиды рассматривают как инструмент для регулирования реологических свойств пищевых систем и структурно-механических свойств готовой продукции.

Одним из важных показателей загустителей является их вязкость.

Уровень вязкости загустителей в зависимости от их вида и концентрации весьма существенно изменяется. Вязкость растворов находится в пропорциональной зависимости от концентрации добавки: чем она больше и чем выше молекулярная масса гидроколлоида, тем выше вязкость.

Диапазон вязкости загустителей (Па, для 0,3%-ных растворов): гуммиарабик - 2-5; метилцеллюлоза - 10-2000; альгинат натрия - 25-800; гуаровая камедь - 3000-7000; камедь рожкового дерева - 2000-3500; NaКМС- 500-12000; ксантановая камедь - 800-1800; камедь конжак - 9000-35 000; каррагинаны полурафинированные - 20-100; каррагинаны рафинированные - 50-150.

Следует отметить, что концентрация структурообразователя, необходимая для получения одной и той же вязкости, увеличивается в ряду:

Модифицированный крахмал < пектин яблочный < пектин цитрусовый < альгинат натрия.

Важной особенностью свойств пищевых гидроколлоидов является наличие у многих из них способности к синергизму, т. е. проявлению принципиально новых или модифицированных свойств в присутствии других гидроколлоидов. Например, мука рожкового дерева и ксантан по отдельности действуют только как загустители, в составе же бинарной композиции они проявляют свойства гелеобразователей; кроме того, снижается величина их ККГ.

Многие стабилизаторы консистенции и водоудерживающие агенты выполняют функцию *защитных коллоидов*, т. е.:

- образуют защитный слой вокруг частиц масла в эмульсии для усиления действия эмульгатора;
- образуют защитную оболочку вокруг белков и предотвращают выпадение белков в осадок при резких изменениях величины рН;
- связывают избыток свободной воды и повышают уровень кинетической и термодинамической устойчивости пищевых дисперсных систем.

Образующиеся при гидратации пищевых гидроколлоидов гели - в основном молекулярные, термообратимые, проявляют синергизм в процессе хранения, что является одним из негативных свойств этой группы стабилизаторов пищевых систем.

Согласно общепринятой классификации, пищевые гидроколлоиды подразделяют на природные, природные модифицированные и синтетические.

Природные гидроколлоиды в настоящее время представлены препаратами животных белков на основе коллагенсодержащего сырья, молока, крови, яйца, а также желатином, соевыми белковыми препаратами, полисахаридами, препаратами микробного происхождения.

Наиболее широкое распространение с 60-х годов прошлого столетия получили полисахаридные стабилизаторы пищевых продуктов, которые благодаря своим функциональным и экономическим характеристикам стали вытеснять гидроколлоиды животного (белкового) происхождения.

Гидроколлоиды полисахаридного происхождения.

1. Экссудаты растений (гетерополигликаны):

Гуммиарабик (Е414) - высушенный на воздухе экссудат, полученный из

надрезов стволов или ветвей *Acacia Senegal* L., а также из надрезов стволов или ветвей различных видов акаций.

Гуммиарабик состоит из мономеров D-галактозы, связанных Р-1,3-гликозидной связью с многочисленными разветвлениями, которые состоят из р-галактозы и других сахаров или уроновых кислот.

Гуммиарабик имеет хорошие эмульгирующие свойства (ГЛБ - гидрофильно-липофильный баланс равен 13); слабый загуститель, несмотря на относительно высокую молекулярную массу (460 тыс.); хорошо растворим в воде.

Используется как эффективный стабилизатор дисперсных систем, эмульсий (масло-вода), пен и т. д., а также как регулятор структуры и консистенции пищи, пленкообразователь, материал для инкапсулирования.

Вследствие того, что гуммиарабик максимально проявляет свои функциональные свойства при низких значениях рН, в технологии мясопродуктов он используется ограниченно.

Гуммиарабик, как и большинство гидроколлоидов растительного происхождения, может выполнять функцию пищевого волокна. Его введение в пищевые продукты приводит в норму выделение желудочного сока, тормозит выделение пищеварительных ферментов, обеспечивает снижение уровня холестерина в плазме крови на 6-30%, понижает уровень глюкозы в крови.

Трагакант - камедь (Е413) - стабилизатор, наполнитель, имеет высокую вязкость, сохраняя ее в кислых средах при нагревании. Может выполнять функцию эмульгатора, его ГЛБ равен 11-14.

Применяется в основном в кислых соусах, маринадах.

Камедь Карайи (Е416) по свойствам похожа на трагакант, проявляет стабилизирующее, эмульгирующее действия, наполнитель. Вступает во взаимодействие с молочными белками, проявляя синергизм.

Камедь Гхати (Е419) по функциональным свойствам схожа с гуммиарабиком, применяется в качестве стабилизатора эмульсий и дисперсий.

Конжак - коньячная камедь - (Е425) - обладает высокой загущающей, водосвязывающей и эмульгирующей способностями, хорошо растворяется как в горячей, так и в холодной воде, совместим с большинством ингредиентов рецептур. Используется как стабилизатор и наполнитель. Отличительная особенность - полное отсутствие синерезиса. Конжак проявляет синергизм в сочетаниях с ксантаном и каррагинанами, резко увеличивая вязкость полученных систем.

2. *Камеди семян бобовых (галактоманнаны):*

Гуаровая камедь (Е412) проявляет свойства загустителя, стабилизатора, эмульгатора, наполнителя. Геля не образует, однако имеет очень высокую вязкость, растворимость, тиксотропные свойства. В 8 раз активнее связывает воду, чем ксантан. После термообработки существенно улучшает структурно-механические свойства мясопродуктов.

Камедь рожкового дерева LBG (Е410) может выполнять функцию наполнителя, гелеобразователя, загустителя. Полностью растворяется в горячей воде, образуя при температуре 80 °С вязкие растворы.

Выдерживает длительное воздействие высоких температур; гели не изменяют свойств в процессе низкотемпературного замораживания и при размораживании.

Имеет сильно выраженные синергетические свойства по отношению к другим гидроколлоидам, в частности к к-каррагинанам, ксантану, в связи с чем ее используют в составе бинарных и трехкомпонентных коммерческих смесей.

Камеди Тары и арабика (E417) ограниченно представлены на российском рынке. Обладают водоудерживающими и эмульсионными свойствами. В практике применяются взамен гуаровых камедей либо камедей рожкового дерева, или параллельно с ними.

3. Запасные полисахариды злаков и картофеля.

Растения накапливают энергию в виде углеводов или крахмала. Крахмал обычно содержится в виде маленьких закрытых гранул в стебле, зернах, листьях и корнях растений. Это второй (после целлюлозы) по распространенности биологический материал. Крахмалы и крахмалосодержащие продукты служат источниками приблизительно 75% потребляемой в мире пищевой энергии. В промышленности они используются в качестве стабилизаторов, связывающих, текстурирующих и желирующих агентов, наполнителей, источников энергии для ферментации, разрыхлителей печеных изделий, а также для производства сахара и глюкозы.

Нативные крахмалы представляют собой добавку к пище и не имеют индекса «Е». Крахмал - один из самых дешевых и распространенных в технологии мясопродуктов гидроколлоидов. Входит в состав рецептур мясопродуктов в количестве от 2 до 6%.

Общий рынок крахмалов в России составляет 450-480 тыс. т в год.

Натуральный крахмал - природный полимер, представляющий собой смесь двух полисахаридов - амилозы и амилопектина.

Соотношение между амилозой и амилопектином в крахмалах разных видов колеблется от 1:1,5 до 1:4,5.

Несмотря на адекватность химического состава, амилоза и амилопектин достаточно существенно различаются между собой: цепь амилозы линейная, причем молекулы соединены водородными связями, у амилопектина цепь разветвленная, спиралевидной формы.

Молекулярная масса амилозы - от 200 до 2000, молекулярная масса амилопектина - более 10000. Растворимость у амилозы плохая, а у амилопектина - хорошая.

Установлено, что чем больше доля амилозы в составе крахмалов, тем прочнее крахмальные гели.

Амилоза и амилопектин соединены в звенья, которые называют гранулами крахмала. Гранулы в зависимости от происхождения бывают различных форм и размеров. Например, гранулы кукурузного крахмала имеют малый размер, а гранулы картофельного крахмала - большие и овальные.

Гранулы крахмалов различаются не только по размеру и форме. Содержание амилозы и амилопектина в них также различно. Например, кукурузный крахмал содержит 27% амилозы, а картофельный - 20%.

К основным функционально-технологическим свойствам нативных крахмалов относят их вязкость, водосвязывающую и адгезионную способности.

Основной особенностью нативных крахмалов является то, что свои функ-

ционально-технологические свойства они проявляют при нагревании до определенной температуры, обеспечивающей процесс клейстеризации.

Процесс клейстеризации в технологических условиях осуществляют в два этапа.

Первый этап. На основе крахмала готовят водную суспензию, которую подвергают нагреву до 40-50 °С. При этом молекулы крахмала начинают поглощать воду и набухают. В нативном состоянии крахмал не способен растворяться в холодной воде. В холодном состоянии цепочки крахмала удерживаются вместе, и вода не в состоянии проникнуть между ними.

Таблица 1. Сравнительная характеристика гранул различных типов крахмалов

Свойства крахмалов	Картофельный	Кукурузный*	Маисовый**	Пшеничный	Тапиоковый
Цвет	Белый	Желтоватый	Желтоватый	Желтоватый	Белый
Размер частиц, мм	5-100	2-30	3-26	1-45	4-35
Содержание, % воды	18-20	11-13	11-13	11-13	13-15
фосфора	0,08	0,02	0,01	0,06	0,01
протеина	0,1	0,35	0,25	0,4	0,1
жира	0,05	0,8	0,2	0,9	0,1
амилозы	20	27	-	28	17
Прозрачность	Очень прозрачный	Мутный	Прозрачный	Мутный	Прозрачный
Ретроградация	Средняя	Высокая	Очень низкая	Высокая	Низкая
Устойчивость к механической обработке	Средняя-низкая	Средняя	Низкая	Средняя	-//-
Структура	Длинная	Короткая	Длинная	Короткая	Длинная
Максимальная вязкость («пик» вязкости)	800-2000	200-800	400-800	100-300	300-1000

*отечественный; ** импортный

Второй этап. При дальнейшем нагревании до температуры клейстеризации (определенной для каждого вида крахмала) крахмальные зерна дезагрегируют, крахмал растворяется и образуется прозрачный вязкий раствор. При последующем охлаждении происходит процесс структурирования с образованием трехмерной сетки молекулярного геля.

Образующиеся вязко-пластичные системы проявляют сильный синерезис при хранении

При выборе типа крахмала применительно к конкретному виду мясных изделий следует в первую очередь принимать во внимание температуру его клейстеризации, так как большая часть крахмалов полностью не реализует свой функционально-технологический потенциал при температурах, используемых в технологии мясопродуктов для тепловой обработки (68-72°C).

Таблица 2. Характеристика крахмалов

Вид крахмала	Температура клейстеризации	Свойства гелей
Картофельный	59-75	Прозрачный, но не ста- бильный при хранении
Тапиока (маниока)	62-73	Прозрачная клейкая масса
Кукурузный (маисовый крахмал)	62-77	Непрозрачный гель с при- вкусом, низкая вязкость
Кукурузный (высокозамещенный)	63-92	Непрозрачный, очень плот- ный гель
Пшеничный	58-82	Непрозрачный гель, низкая вязкость
Рисовый	61-86	Мутный, мягкий гель
Кукурузный амилопектиновый	62-80	Прозрачный, высокая ВУС, вязкость; высокая устойчи- вость при хранении
Сорго	68-78	Полупрозрачный, клейкий

Для повышения эффективности использования нативных крахмалов многие специалисты рекомендуют вводить в мясные системы

предварительно клейстеризованные крахмалы. С этой целью натуральный крахмал нагревают в воде до температуры 80-85 °С (на 3-5 °С выше температуры клейстеризации) и выдерживают в течение 2-3 мин. После охлаждения полученный клейстер вводят в рецептуры мясных изделий.

Применение предварительно клейстеризованных крахмалов существенно повышает водоудерживающую способность (ВУС) и выход готовых изделий, устраняет явление «крошливости», обеспечивает гладкую блестящую поверхность на срезе продукта.

При введении крахмала в фарш в сухом виде при тепловой обработке (температура 68-72 °С) он полностью клейстеризоваться не может.

Водоудерживающая способность натуральных крахмалов находится в диапазоне от 2,5 до 3 кг на 1 кг крахмала. Величина ККГ от 3,2 до 4,5.

Чем выше концентрация поваренной соли в пищевой системе и чем ниже

уровень pH, тем хуже идет процесс гелеобразования крахмалов и удерживания воды; в присутствии 2% поваренной соли величина ККГ возрастает на 1,7%.

Особенностью натуральных крахмалов является то, что они могут вступать в конкурентные отношения с рядом других высокомолекулярных соединений в процессе гидратации и снижать за счет этого общий уровень ВУС. В частности, крахмал вступает в конкурентные отношения с желатинами и каррагинанами.

4. Экстракты высших растений:

Пектин (E440) - стабилизатор, наполнитель, гелеобразователь. Образует термонеобратимые гели, оптимальные ФТС проявляет при pH среды в диапазоне от 2,8 до 3,4. Взаимодействует с солями некоторых металлов, что упрочняет образующиеся гели.

Предназначен для использования в технологии кисломолочных продуктов, мармеладов, желе, пастилы.

5. Экстракты из водорослей:

Агар (E406) - стабилизатор, гелеобразователь, наполнитель. Гелеобразующая способность в 10 раз выше, чем у желатина.

Гели образует при температуре 32-39 °С. Студневидность гелей наблюдается при pH > 4,5. ККГ 0,5-0,8%. Гели термообратимы, плавятся при температуре 80 °С.

Агар-агар проявляет синергизм с желатином, крахмалом, камедями.

Альгинат натрия (E401) - наполнитель, стабилизатор, гелеобразователь. Является водоудерживающим агентом. Частично проявляет эмульгирующие свойства (оптимальный уровень pH 4,0).

Альгинат натрия плохо растворим в холодной воде, набухает в воде в течение 10-12 ч. Для его растворения используют горячую воду (желательно мягкую, так как в жесткой воде он комкуется, образует пленки). Растворы альгината натрия вязкие, при добавлении ионов кальция образуют хрупкие, термонеобратимые гели.

Гелеобразующая и эмульгирующая способности альгината натрия возрастают при его совместном использовании с желатином и другими пищевыми волокнами. Водоудерживающая способность составляет 15-20 г воды на 1 кг препарата (pH 5).

Обладает криозащитным действием, т. е. замедляет рост кристаллов воды при замораживании. Допустимые дозировки его в производстве мороженого, майонезов, кондитерских изделий, соусов составляют от 2 до 30 г на 1 кг продукта.

В количествах 0,2-0,5% альгинат натрия используют в качестве криопротектора в технологии замороженных полуфабрикатов: связывая ионы кальция, он защищает мышечные белки от денатурации, создает между ними электростатический барьер.

Каррагинаны (E407, E407A). Экономическая эффективность производства мясопродуктов давно уже зависит не только от стоимости мяса как основного источника сырья для их производства, но и от стоимости других видов сырья растительного происхождения, получивших в последнее время широкое применение в производстве мясопродуктов. Естественно, что такое сырье, в пе-

решете на дополнительное удержание влаги, стоит в 1 кг колбасных изделий значительно (в 2-6 раз) дешевле, чем мясо.

В мясоперерабатывающей промышленности применяют природный загуститель, желеобразующее вещество и *стабилизатор консистенции* сульфитредуцированный полисахарид, полученный из красных водорослей - *каррагинан*, что обусловлено его полезными биологическими свойствами, а также способностью образовывать вязкие растворы и гели высокой прочности. Каррагинан превосходит другие гидроколлоиды в тех случаях, когда требуются высокая вязкость, эмульгирование и суспензирование. *Высокоочищенные каррагинаны препятствуют окислению жиров, и поэтому их часто используют и в качестве антиокислителей.*

В соответствии с международным законодательством каррагинаны представляют собой очищенный экстракт морских водорослей, имеющий молекулярную массу более 100 000; коммерческие препараты обычно имеют молекулярную массу более 500 000 и содержат сопутствующий полисахарид - фурцеллеран.

Морские водоросли используют в пищевых целях и медицинской практике более шести столетий, однако только с середины прошлого века начался активный поиск и выделение из них биологически активных препаратов (БАП). Каррагинаны не расщепляются в желудочно-кишечном тракте человека, но *играют роль пищевых волокон, выполняя все соответствующие функции, а также обладают антиканцерогенной, антиязвенной и антивирусной активностью.*

Впервые термин «каррагинан» появился в 1837 г. - так называли морские водоросли, произрастающие вблизи местечка Каррагин на южном побережье Ирландии, которые использовали в пищу. В настоящее время основное производство каррагинанов сосредоточено в странах Восточной Азии (Южная Корея, Китай, Япония), где в дальневосточных морях распространены заросли имеющих наибольшее значение красных водорослей (класс *Rhodophyceae*), а также вдоль побережий северной Атлантики, Филиппин и Индонезии, близ Чили и Мексики, где произрастают субтропические разновидности красных водорослей.

Красные водоросли содержат в значительных количествах своеобразные сульфатированные полисахариды - галактаны, в частности каррагинан и агар, которые находят широкое применение в практике и не имеют аналогов среди других растительных полисахаридов.

В США и странах ЕЭС каррагинан признан безопасным и полезным компонентом, разрешен к применению в качестве пищевой добавки. В Японии он считается «природным продуктом» и не является предметом правил, регламентирующих применение пищевых добавок. В 1984 г. Экспертный комитет по пищевым добавкам и Рабочая группа Комиссии по пищевому кодексу ВОЗ представили токсикологический обзор по каррагинанам, который подтвердил, что каррагинан может быть безопасно использован в пище, и излишне определять нормы его суточного потребления.

Каррагинаны - это общий название гидроколлоидов, полученных из ряда родственных разновидностей красной водоросли. Из этого природного источника добывают сотни различных стабилизирующих и желеобразующих добавок, широко используемых в технологии пищевых продуктов, косметики, промышленных товаров и т. д.

За последние 10 лет производство каррагинанов в мире увеличилось более чем в 2 раза, что составляет десятки тысяч тонн.

Каррагинан E407 - загуститель, гелеобразователь и стабилизатор консистенции, применение которого в этом качестве разрешено во всех странах мира.

Каррагинан представляет собой высокомолекулярный линейный полисахарид, состоящий из повторяющихся единиц галактозы, 3,6 ангидрогалактозы (3,6-AG), сульфатной и несульфатной, соединенных между собой переменными α -1-3-, β -1-4-гликозидными связями. Большинство красных водорослей, одобренных в качестве источников экстрактов, используемых в пищевой промышленности, содержат различное количество каррагинанов трех типов, известных как каппа, йота и лямбда. Основными отличиями, которые влияют на свойства каррагинанов этих типов, являются количество и расположение эфирных сульфатных групп на повторяющихся единицах галактозы.

Существует три основные разновидности водорослей, из которых получают каррагинаны:

Chondrus crispus - также известна как ирландский мох, небольшое кустистое растение высотой около 10 см, произрастает вдоль побережья Северной Атлантики, наиболее известная из всех красных водорослей; источник каппа- и лямбда-каррагинанов.

Eucheuma sp. - колючее кустистое растение высотой около 50 см, произрастает на коралловых рифах Дальнего Востока; источник каппа- и йота-каррагинанов

Gigartina sp. - кустистое или листовое растение высотой до 5 м, произрастает в холодных прибрежных водах по всему земному шару; дает больше каррагинана, чем другие разновидности, источник каппа- и лямбда-каррагинанов.

Получение. Каррагинан представляет собой линейный полисахарид, количественное содержание которого составляет приблизительно 2-7% от массы морского растения и находится между целлюлозными волокнами. Для получения высококачественного каррагина на контроль качества сырья начинается уже при сборе водорослей. С этой целью водоросли после сбора и очистки быстро высушивают, тестируют и увязывают в тюки.

Подготовленные водоросли помещают в емкости для экстракции, в которых они подвергаются обработке в щелочных условиях в течение нескольких часов для получения оптимальных желирующих и вязкостных характеристик. После сушки каррагинан измельчают и передают на хранение.

Химический состав и строение. По химическому составу каррагинан представляет собой гидроколлоид, состоящий главным образом из калиевых, натриевых, магниевых и кальциевых сульфатных сложных эфиров галактозы

κ -Каррагинаны (йота-каррагинаны) образуют прочные гели в присутствии ионов кальция. Сами по себе гели - средней вязкости, достаточно эластичные, термообратимые, устойчивы к синерезису и стабильны к замораживанию и размораживанию (высоочищенные каррагинаны SP-100, SP-95, 6309 - компания MSC, Южная Корея).

λ -Каррагинаны (лямбда-каррагинаны) плохо растворимы в холодной воде, не желируют, образуют вязкие эластичные растворы (компания MSC, Южная Корея - каррагинаны 6067, 6108, 6174).

κ-Каррагинаны (*каппа-каррагинаны*) образуют плотные прочные термообратимые гели, желируют только в присутствии ионов калия. Концентрация гелеобразования 0,2-0,3%. Гели нестабильны при замораживании и размораживании; становятся прозрачными при смешивании с сахаром.

Примерами могут служить рафинированные каррагинаны HGE, GHG, WG, HGE-I, HGE-F компании MSC.

κ-Каррагинан стабилизирует консистенцию, повышает адгезию, вязкость и гелеобразующую способность, ВСС, а также частично проявляет эмульгирующую способность. Весьма эффективно использование *κ*-каррагинанов при дефиците белка (если количество последнего ниже 6%).

Оптимальный pH *κ*-каррагинана 9,5-10,2, но гель технологически устойчив в диапазоне pH 6,2-7,1. Изменение pH ухудшает гелеобразующую способность. Концентрация ККГ влияет на прочность и температуру плавления гелей.

При введении в рассолы каррагинаны сильно увеличивают их вязкость, что приводит к необходимости повышения давления вытеснения.

Для приготовления рассольных композиций выбирают рафинированные каррагинаны, которые образуют прозрачные гели и устойчивы к воздействию поваренной соли и явлению седиментации (осаждению) после окончания процесса перемешивания рассола.

Для фаршей в основном используют полурафинированные каррагинаны и их смеси.

Хранить готовые растворы гидроколлоидов длительное время не рекомендуется, так как они легко подвергаются микробиологической порче.

Свойства каррагинанов. Основные отличия, которые влияют на свойства каппа-, йота- и лямбда-каррагинанов, - это количество и расположение групп эфира серной кислоты на повторяющихся единицах галактозы. Более высокие уровни содержания эфира серной кислоты снижают температуру растворения каррагинана и способствуют образованию менее упругих гелей или ингибированию процесса гелеобразования (особенно у лямбда каррагинана).

Тиксотропность. При низких концентрациях водные гели, образованные йота-каррагинаном, обладают тиксотропными реологическими свойствами. Их можно разжижать путем перемешивания или среза и снова получить гель, когда масса остается неподвижной. Данное тиксотропное свойство особенно важно, так как помогает стабилизировать системы (приостановление движения нерастворимых частиц).

Водные гели, образованные каппа-каррагинанами, не являются тиксотропными: при разрыве структура геля не восстанавливается, если только гель снова не нагреть и затем охладить.

Структура геля. В производстве используют три вида каррагинанов, обладающих различными свойствами: каппа образует жесткий и ломкий гель, слегка мутный, становится прозрачным при смешивании с сахаром; йота позволяет получить эластичный, упругий прозрачный гель, устойчивый при замораживании-оттаивании; лямбда образует практически бесформенный гель, обладает высокой вязкостью, не желирует, плохо растворяется в воде.

Поваренная соль оказывает отрицательное влияние на гелеобразующую

способность каррагинана, при концентрации 5% и более он теряет растворимость: сахар оказывает такое же влияние.

к-Каррагинаны имеют температуру растворения выше 66-70 °С. Оптимальной температурой является 80 °С. После охлаждения желирование системы происходит при температуре от 45 °С. Температура плавления геля каррагинана 54 °С. Гели не обладают тиксотропией.

Уровень жироудерживающей способности (ЖУС) - 0,5-1,2 г жира на 1 г препарата.

к-Каррагинаны не только могут образовывать индивидуальные матриксы, но и способны формировать комплексы с крахмалами и казеином молока за счет наличия ионов калия, а также с модифицированными крахмалами, молочнокислыми препаратами и соевыми белками, что приводит к повышению эластичности и прочности гелей.

Структуру геля, образованного основными каррагинанами, можно изменить путем смешивания каррагинанов разных типов с другими видами пищевых гидроколлоидов так, чтобы структура отвечала определенным параметрам за счет эффекта синергизма. Гель можно сделать более или менее эластичным, смешивая каппа- и йота-каррагинаны, пока не будет получена желаемая структура. При смешивании с другими гидроколлоидами (камедями, целлюлозой и др.), помимо улучшения структуры, увеличивается влагоудерживающая способность каррагинанов. Гели, образованные каррагинанами, являются термически обратимыми, они становятся жидкими при нагревании до температуры выше той, которая составляет их точку плавления, и опять становятся твердыми при охлаждении. Потери первоначальной упругости геля в этом случае минимальны.

Факторы, влияющие на структуру геля.

Катионы. По мере увеличения концентрации катионов улучшается растворимость, увеличивается температура гелеобразования и повторного плавления.

Ионы калия необходимы для эффективного гелеобразования. Благодаря содержанию ионов калия увеличивается упругость получаемого геля.

Температура. Как было сказано выше, водные гели, образованные каррагинанами, являются термически обратимыми. Гели могут быть подвергнуты повторному нагреванию/охлаждению, что лишь немного повлияет на их структуру (при нейтральном рН). Температуры гелеобразования и плавления зависят от концентрации катионов. Повышенное содержание кальция и калия в водном растворе приводит к увеличению температуры гелеобразования. Это позволяет регулировать температуры гелеобразования и плавления с целью согласования параметров переработки. Большинство других гидроколлоидов не обладают подобной гибкостью.

Таблица 3. Состав смесей и свойства гелей

Состав композиции	Свойства получаемых гелевых систем
к- и i-каррагинаны	Повышенная эластичность геля
к-Каррагинан, ксантан, гуммиарабик	Повышает упругость геля, снижает синерезис, повышает устойчивость к сахару и поваренной соли
к-Каррагинан, гуммиарабик	Величина ККГ уменьшается в 2,5 раза, повышает солеустойчивость
к-Каррагинан, ксантан, КС1	Снижает ККГ, повышает пластичность гелей
к-Каррагинан, NaCl	Повышает температуру плавления, уровень ККГ, снижает структурно-механические свойства, снижает степень синерезиса
к-Каррагинан, крахмал	Улучшаются структурно-механические свойства, в 10 раз повышается вязкость системы
к-Каррагинан, моносахариды (глюкоза, моноза, рибоза)	Повышает прочность геля и температуру плавления, снижает ККГ
к-Каррагинан + пищевые фосфаты	Снижает степень синерезиса при замораживании, повышает температуру плавления геля
к-Каррагинан + пищевые кислоты	Увеличивает рыхлость геля, ухудшаются прочностные характеристики
к-Каррагинан + конжак + камедь рожкового дерева	Повышается ВСС, эластичность гелей
к-Каррагинан + ксантан в соотношении 1:90	Отсутствие синерезиса в процессе хранения
к-Каррагинан + КМЦ в соотношении 1:5	То же

Сахара. Высокий уровень содержания сахара, обычного компонента многих пищевых гелей, уменьшает растворимость каррагинана. Его следует растворять в воде, если концентрация сахара в пищевой системе выше 50% от готового продукта.

Синергизм с другими камедями. При взаимодействии капша- каррагинана с камедью рожкового дерева и конжаком проявляется эффект синергизма. Их взаимодействие значительно увеличивает упругость геля, улучшает влагосвязываемость и делает структуру геля более эластичной.

Синергизм с крахмалом. Йота-каррагинан увеличивает вязкость крахмальных систем. Она становится в 10 раз выше вязкости, которую дает один крахмал. Каррагинан можно использовать для изменения структурных, вкусовых и технологических свойств крахмальной системы. Увеличенная вязкость

позволяет снизить общее содержание крахмала, чаще всего на 35 -40%, а также улучшить структуру и аромат готового продукта.

Влияние pH. Растворы и гели, образованные каррагинаном, устойчивы при комнатной и пониженной температурах. При высокой температуре растворы каррагинана, содержащие подкислители, в некоторой степени теряют вязкость и потенциальную упругость геля. При низком уровне pH рекомендуется добавлять подкислитель на последнем этапе или непосредственно перед упаковкой в емкости.

Правила работы с каррагинанами.

Норма закладки каррагинана составляет, как правило, от 0,3 до 2,5%.

Можно использовать каррагинаны в сухом гидратированном виде и в составе рассолов. При гидратации каррагинан желательно сначала растворить в холодной воде, а затем нагреть до 77-80 °С, охладить до температуры 30-40 °С и после этого уже вводить в мясную систему.

В *рассолы* каррагинаны желательно вводить с сахарами и другими порошкообразными препаратами.

Растворение. Каррагинан следует разводить в холодной воде, а затем нагревать до температуры растворения, чтобы добиться оптимальной функциональности. Температура растворения зависит от уровня содержания ионов калия и кальция, типа каррагинана, концентрации поваренной соли в воде. Как каппа-, так и йота-каррагинаны для полной растворимости обычно требуется нагреть до 77-79 °С.

Для более легкого растворения и во избежание комкования необходимо соблюдать одну из приведенных ниже рекомендаций:

- предварительно смешать каррагинан с диспергирующим веществом, например, с сахаром (взять минимум 3 части каррагинана к массе сахара) перед тем как растворять в холодной воде или молоке. Каррагинан также можно смешать с сухими ингредиентами, входящими в состав рецептуры, чтобы избежать комкования;
- суспендировать каррагинан в растворе сахара, поваренной соли или глицерине (если присутствует в рецептуре). Эти ингредиенты замедляют процесс гидратации каррагинана, что способствует более легкому растворению;
- медленно добавлять каррагинан в быстро перемешиваемую жидкость;
- энергично перемешивать высокоскоростным миксером;
- нагревать каррагинан при 82 °С до растворения - в том случае, если он по технологической инструкции не должен быть растворен холодным способом или набухнуть.

При растворении холодным способом каррагинан медленно добавляют в холодную воду и перемешивают. Рекомендуется предварительное смешивание с сахаром.

- *Смешивание.* Медленно добавлять каррагинан в воду и быстро перемешивать, не допуская комкования, стараясь растворить его как можно быстрее.

- *Использование каррагинанов в производстве эмульгированных и цельномышечных, мясопродуктов.* Чтобы придать мясным продуктам желе-

мую консистенцию или улучшить ее, применяют в первую очередь загустители, эмульгаторы и стабилизаторы. Принцип и механизм действия этих добавок основан на изменении коллоидных систем мясных продуктов. Загустители образуют с водой высоковязкие растворы, а гелеобразователи и желирующие агенты - гели. В обоих случаях вода оказывается связанной, так что в коллоидной системе она теряет свою подвижность, консистенция и структура мясного продукта изменяются.

Замена части сырья гидратированным каррагинаном (в пределах 15-30% от содержания белка) также способствует улучшению (уплотнению) консистенции и оказывает положительное влияние на структуру и вкусовые свойства продукта.

Использование 0,15-0,5% высокоочищенных каррагинанов (E407) в рецептуре колбасных изделий, ветчин, копченостей и мясных консервов позволяет говорить об экономии сырья, так как 1 кг высокоочищенных каррагинанов заменяет от 70 до 100 кг мяса.

Показано, что хотя стоимость комплексных препаратов, в состав которых входят каррагинаны разной степени очистки, ниже стоимости высокоочищенных каррагинанов, использование последних (учитывая их уменьшенную дозировку по сравнению с комплексными препаратами) для предприятия выгоднее;

- дешевле на 20-25% на 1 т мясной продукции;

- качество готовой продукции лучше из-за высокой степени очистки и совместимости с другими ингредиентами.

Использование каррагинанов в производстве мясных консервов. Благодаря своим желирующим свойствам каррагинаны нашли применение в производстве не только колбасных изделий, ветчин и копченостей, но и мясных консервов, таких как свинина и говядина в собственном соку. Добавление 0,1% каррагинана в рецептуру мясных консервов улучшает температурную стабильность указанных продуктов, приводит к образованию желе устойчивой консистенции, которая не изменяется при температуре хранения до 40 °С; желе имеет хорошую обратимость при повторном нагревании до 80 °С.

Использование каррагинанов в производстве мясных рубленых и полуфабрикатов в тесте. Каппа-йота-каррагинаны используют при производстве мясотестовых полуфабрикатов: они улучшают растяжимость теста при его приготовлении, препятствуют возникновению трещин при замораживании и сохраняют целостность формы при термообработке.

Для производства *рубленых полуфабрикатов* применяют йота-каррагинаны типа SP-100, SK-100, а также каппа-йота-каррагинаны типа CST, CSP.

Для *натуральных полуфабрикатов* используют высокорастворимые йота- или каппа-йота-каррагинаны, такие как SP-100, SK-100, CS-211. Благодаря способности набухать в холодной воде они могут хорошо удерживать воду уже на стадии инъектирования, препятствуют ее миграции при последующем замораживании-оттаивании и термообработке полуфабрикатов.

При составлении рассола для инъектирования натуральных полуфабрикатов используют йота- или каппа-йота-каррагинаны в смеси с камедью конжака.

Использование стабилизирующих систем на основе каррагинанов при производстве полуфабрикатов существенно (на 20-25%) повышает выход продуктов.

Как показывает анализ литературных данных и практический опыт в области исследования структуры и свойств гидроколлоидов, использование каррагинанов в пищевой и мясоперерабатывающей промышленности позволяет получить продукты питания с высокими качественными характеристиками и гарантированным уровнем безопасности.

б. Пищевые гидроколлоиды микробного происхождения.

Ксантановая камедь (E415) - наполнитель, загуститель, хороший стабилизатор пен, суспензий, эмульсий. Обладает высокой выраженной псевдопластичностью. Плохо растворима в воде, загустевает через 30-40 мин при температуре 0-4 °С.

На функциональные свойства ксантана не оказывает влияния введение поваренной соли и сахара, изменение рН среды.

Ксантан пригоден для использования в технологии производства соеодержащих продуктов.

Проявляет синергизм с камедью рожкового дерева.

Геллан - гелеобразователь, стабилизатор, наполнитель. Образует вязкие растворы при нагревании и охлаждении.

Гели устойчивы к разрезу, склоны к синерезису, проявляют синергизм к ксантану, камеди рожкового дерева, модифицированным крахмалам.

Введение ионов кальция в среду гидратации или их наличие в пищевых системах оказывают существенное влияние на свойства получаемых гелей.

2. Природные модифицированные гидроколлоиды

Метилцеллюлоза (E461) вырабатывается из древесины и хлопкового волокна. Загуститель, стабилизатор, образует вязкие растворы в холодной воде, поглощает воду в соотношении 1:50. Является защитным гидроколлоидом, хорошим пластификатором; способна образовывать обратимые гели.

Оптimum проявления функциональных свойств при рН от 5,5 до 8,0. Обладает свойствами поверхностно-активных веществ, величина ККГ 0,2-0,3%. Технологически приемлема для производства замороженных мясопродуктов, заменителей жира (в качестве пластификатора); используется также для снижения адгезии и регулирования величины активности воды A_w .

Карбоксиметилцеллюлоза (E466) хорошо растворяется в воде, образуя прозрачные вязкие растворы. Проявляет высокую ВСС, тиксотропные свойства; препятствует росту кристаллов льда при замораживании пищевых продуктов.

Проявляет синергизм и склонность к комплексообразованию с молочными белками и ионами кальция, образуя гели с очень высокой ВСС (до 1:150-200).

Технологически используется как загуститель фаршей, криопротектор и средство для снижения адгезии фаршей к оболочкам.

Микрокристаллическая целлюлоза (E460i) представляет собой частично гидролизованную кислотой по аморфным участкам целлюлозу.

Нерастворима в воде, однако имеет высокую ВСС (1,6 г воды на 1 г препарата), ЖУС (0,5 г на 1 г препарата). Уровень оптимальной гидратации 1:1,5.

Микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ) имеет микропористую структуру, объем и размер пор которой характерен только для веществ с малым размером молекул, что определяет ее низкую адсорбционную способность.

МКЦ свойственны пребиотические свойства, так как она не подвергается гидролизу пищеварительными ферментами человека и служит синергистом - субстратом для роста определенных видов микроорганизмов, заселяющих толстый кишечник.

МКЦ применяют в технологии мясопродуктов для улучшения реологических характеристик, повышения выхода готовой продукции, как криопротектор. Установлено, что при концентрации МКЦ более 2% в мясопродуктах возрастает количество остаточного нитрита натрия.

Технологическая дозировка МКЦ не должна превышать 1%.

Наиболее эффективным считают использование МКЦ в составе белково-жировых эмульсий с соотношением ингредиентов - МКЦ (1 часть): соевая мука или концентрат (2 части): вода (6 частей): 4-6 г жира.

Модифицированные крахмалы. В настоящее время модифицированные крахмалы представлены в классификаторе ФАО/ВОЗ Codex Alimentarius более чем 50 наименованиями (от E1400 по E1450).

Интерес к модифицированным крахмалам в мясной отрасли с каждым годом возрастает в связи с тем, что некоторые типы модифицированных крахмалов, в отличие от нативных, кроме гелеобразующей, водосвязывающей и стабилизирующей способностей, обладают также выраженной жиростойкостью либо эмульгирующей способностями, что имеет принципиально важное значение в условиях переработки жиросодержащего мясного сырья.

Кроме того, у ряда модифицированных крахмалов температура гелеобразования находится в диапазоне 58-60 °С (не выше 70 °С). Модифицированные крахмалы устойчивы к изменениям величины рН и ионного состава среды, имеют малый синерезис, стойки к процессам замораживания и размораживания.

Модификацию структуры и свойств крахмалов осуществляют следующими способами:

- ферментативным (биотехнологическая);
- химическим (под воздействием кислот и щелочей);
- физическим (нагрев и механическая обработка).

Цель модификации - изменение температуры клейстеризации, вязкости, степени растворимости в холодной воде, придание эмульгирующих свойств, повышение устойчивости к синерезису, высоким температурам, процессам размораживания и замораживания, изменению рН.

В зависимости от способа модификации и полученных функционально-технологических свойств модифицированные крахмалы подразделяют на 4 основных типа:

- набухающие (производятся методом экструзии либо вальцевым методом). Эти крахмалы образуют гели в холодной воде, легко комкуются имеют несколько зерновой привкус;

- расщепленные (подвергнутые кислотному либо ферментативному гидролизу). Образуют прочные гели, однако неустойчивы к процессу

- синерезиса;
- сшитые (фосфатированные или ацетилованные), которые называют крахмалофосфатными или фосфатными эфирами крахмала;
- стабилизированные (методы стабилизации: кросс-линкование и ацетилирование).

В мясной отрасли наиболее распространен Х-амило-100, представляющий собой модифицированный перекрестно-сшитый картофельный крахмал горячего набухания. Температура гелеобразования 50°C, ВСС - от 4-7 г воды на 1 г крахмала, ЖУС - 1,4-2,5 г/г, ККГ - 4,2%.

Наиболее употребляемым методом модифицирования является кросс-линкование. При кросс-линковании между цепочками крахмала образуются химические связи. Они связываются своеобразными «мостиками» фосфата.

В результате кросс-линкования можно получить крахмал со иными свойствами, по сравнению с нативным крахмалом:

более короткая текстура;

стабильность на низком рН уровне;

стабильность при нагревании и интенсивной механической обработке.

Кросс-линкованные крахмалы (E1412) обычно используются в производстве мясных продуктов, требующих длительной тепловой обработки или обработки в автоклаве (например, тушеные продукты).

Ацетилирование. После нагревания до кипения и последующего охлаждения нативный крахмал ретроградирует (т. е. возвращается в свое первоначальное состояние), что может снова привести к синерезису; таким образом, крахмал теряет способность удерживать влагу.

Для того чтобы избежать ретроградации и, следовательно, синерезиса, крахмал можно стабилизировать. Существует несколько способов стабилизации крахмала. Один из них - метод ацетилирования

При ацетилировании крахмала образуются химические соединения - ацетиловые группы, которые ведут себя как репеллент (имеют отталкивающее свойство), удерживая цепочки крахмала от разрушения и тем самым освобождая воду.

Ацетилованные крахмалы имеют следующие свойства (в сравнении с нативным крахмалом):

- повышенную устойчивость к ретроградации;
- более низкую температуру гелеобразования;
- большую прозрачность;
- повышенную эластичность.

Стабилизированные крахмалы обычно применяют в производстве замороженных мясных продуктов.

Данные виды крахмалов устойчивы к изменениям рН от 5 до 9,0, не изменяют свойств при температуре среды от 50 до 120 °С и в присутствии поваренной соли в концентрации 5-6%.

Величина рН модифицированных крахмалов - 8,6. Образующие гели - упругие, нетиксотропные, некоторые неустойчивы к синерезису.

Наиболее прочные гели характерны для коэффициента гидратации 1:6.

Применяются как эмульгаторы и пищевые добавки, увеличивают устойчивость мясопродуктов к воздействию процесса замораживания-размораживания. В частности, если потеря воды при однократном цикле оттаивания в обычном крахмале составляет около 8%, то у модифицированного крахмала эти потери практически отсутствуют. При двукратном оттаивании у нативных крахмалов отделение воды составляет 42-45%, у модифицированных - отсутствует.

К *липофильным* (эмульгирующим) модифицированным крахмалам относятся: Ultra SWS (Англия); Ultra tekst 1, Ultra sparse, Adamil 2075 (Дания); Puriki gum S 539, N-hans (Франция).

Последние два типа модифицированных крахмалов успешно стабилизируют эмульсию модифицированный крахмал: жир: вода в соотношении 1:8:8 и полностью реализуют функционально-технологические свойства при температуре 68 °С.

Следует отметить, что превышение рекомендуемых дозировок использования модифицированных крахмалов (1-1,5%) может привести к ухудшению структурно-механических свойств мясных продуктов и вызвать появление следов («растяжек») на колбасных батонах.

Популярным становится использование модифицированных крахмалов в рубленых полуфабрикатах, в частности, в гамбургерах, для снижения степени объемного сжатия их при термообработке. В рубленые полуфабрикаты вводят до 1,5% модифицированных крахмалов группы E1440 - E1442 или E1443, устойчивых к варке и стерилизации, которые снижают объемное сжатие с 30-35% (контроль) до 12-15% в опытной партии готовой продукции.

3. Синтетические гидроколлоиды: поливинилпирролидон (ПВП), полиэтиленоксид.

Препараты обладают высокой вязкостью, ВСС, однако в технологии мясопродуктов практически не используются.

Одним из негативных свойств большинства вышерассмотренных гидроколлоидов является их способность к синерезису, т. е. к выделению свободной воды из структурированной системы в процессе хранения.

Синерезис проявляется в виде самопроизвольного сжатия («старения») структурной сетки, образованной высокомолекулярными соединениями.

Количество выпрессовываемой в процессе хранения воды может достигать от 0,4 до 10-12% от общего количества воды, содержащейся в мясных системах.

Менее устойчивы к процессу синерезиса клейстеры, образованные нативным крахмалом, более устойчивы - гели, образованные конжаком.

Проявление процесса синерезиса, как правило, наблюдается на 1-е, 3-7-е и 14-е сутки хранения гелей, структурированных систем, либо готовой продукции.

В результате синерезиса у деликатесной группы мясных изделий могут появиться деформация и усадка, у колбасных батонов в полиамидной оболочке - следы видимой жидкости. Все это приводит к ухудшению товарного вида, органолептических показателей готовой продукции и провоцирует развитие гнилостных микроорганизмов.

Следует отметить, что на степень синерезиса оказывает влияние ряд факторов, которые следует учитывать при выборе пищевых гид- роколлоидой:

вид гидроколлоида. Все пищевые гидроколлоиды имеют разную склонность к синерезису. В частности, большую склонность к синерезису проявляет крахмал, минимальную - конжак. Для снижения явления синерезиса к- каррагинан часто комбинируют с другими препаратами, аналогичными по происхождению.

Известно, что снижению синерезиса у к-каррагинанов способствует добавление КМЦ, в меньшей степени - гуаровой камеди, камеди рожкового дерева, йота-каррагинана и ксантана;

концентрация гидроколлоида. Синерезис имеет место при низких концентрациях гелеобразователя.

Известно, что при концентрации больше 1,5% у к-каррагинанов синерезис практически отсутствует;

уровень величины рН и солевой состав среды. Как отмечалось выше, для каждого вида пищевых гидроколлоидов характерен свой оптимальный уровень рН. Одновременно большая часть гидроколлоидов неадекватно воспринимает наличие в среде гидратации катионов различных металлов.

Каррагинаны калийзависимы, альгиновая кислота - кальцийзависима;

продолжительность и температура хранения. Установлено, что степень синерезиса возрастает по мере увеличения продолжительности хранения и повышения температуры. При этом существенное влияние на степень отделения свободной жидкости оказывает колебание температуры в процессе хранения;

наличие сил адгезии и избыточного давления. У колбасных изделий в полиамидных оболочках и мясопродуктов в вакуумной упаковке, степень синерезиса резко возрастает.

Вопросы для самопроверки:

1. Перечислите гидроколлоиды полисахаридного происхождения.
2. Что относится к природным модифицированным гидроколлоидам?
3. Перечислите синтетические гидроколлоиды.
4. Перечислите этапы клейстеризации.
5. Факторы, влияющие на структуру геля.

ТЕМА 3. ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ МЯСНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Физико-химические процессы, протекающие при куттеровании, характерны для мясных эмульсий вареных колбас, сосисок и сарделек, когда используемое для их изготовления сырье содержит достаточно высокое количество со- лерастворимых белков. В этом случае мясная дисперсная система, образующаяся в результате интенсивного измельчения животных тканей, состоит из дисперсной фазы - гидратированных белковых мицелл (содержащих в первую оче-

редь миозин) и жировых частиц - и из дисперсионной среды - раствора белков и низкомолекулярных веществ. Белковый компонент дисперсионной среды выполняет функцию структурообразователя и стабилизатора эмульсии; основные функциональные свойства этого компонента (гелеобразующая, эмульсионная, водо- и жиросвязывающая способности) играют решающую роль и зависят от его концентрации, рН среды, ионной силы, температуры, характера взаимодействия с другими компонентами и других факторов.

Таким образом, колбасный фарш представляет собой эмульсию типа «жир в воде», в которой роль стабилизатора выполняют миофибриллярные солерастворимые белки; одновременно миофибриллярные белки участвуют как в формировании каркаса-матрикса, так и в связывании воды.

В ряде рецептов комбинированных мясопродуктов с минимумом мышечных белков и белковых препаратов в образовании матрикса наряду с белками участвуют полисахариды (нативные или модифицированные крахмалы, камеди, каррагинаны и т. п.).

При этом полисахариды - большей частью не обладающие выраженной эмульсионной способностью, но являющиеся хорошими структуро-образователями, прочно связывают воду, увеличивают вязкость и таким образом повышают устойчивость эмульсий (особенно после термообработки).

Свои особенности имеют процессы приготовления мясных эмульсий с использованием парного, охлажденного, подмороженного, замороженного (блочного) мяса и т. д.

На наш взгляд, представляется целесообразным, не вдаваясь в детализацию теоретического плана, ознакомиться с «прописями» наиболее распространенных в практике способов проведения процесса куттерования применительно к рецептурам, содержащим различные виды сырья.

Классическая пропись процесса приготовления эмульсии в куттере (Германия) при использовании охлажденного мясного сырья:

- загрузка говядины; измельчение на малой скорости 15-20 с;
- добавление 1/3 от нормы снега (водоледяной смеси), фосфатов, нитритно-посолочной смеси, специй, чеснока;
- переход на вторую скорость, добавление нежирной свинины. Проведение измельчения до достижения температуры фарша 6-8 °С;
- загрузка еще 1/3 части водоледяной смеси и после снижения температуры фарша до 2 °С добавление жирового сырья;
- продолжение куттерования до 8 °С, затем введение остатка (1/3) водоледяной смеси и продолжение измельчения на высокой скорости до достижения температуры фарша 11,2 °С и максимального уровня липкости;
- выгрузка фарша на малой скорости вращения чаши при выключенных ножах.

Пропись предназначена для безвакуумных куттеров с малой и средней емкостью чаши (75-150 л). Основной принцип: контроль температуры фарша и степени диспергирования сырья.

Некоторые специалисты Германии и Австрии рекомендуют проводить куттерование по так называемому *двухстадийному способу*.

- загрузка в чашу куттера нежирного сырья и его измельчение на малой скорости при добавлении раствора нитрита натрия, фосфатов и специй;
- введение соли и 1/2 части водолеяной смеси;
- куттерование на высокой скорости до достижения температуры фарша 2-3 °С;
- выгрузка мясной гомогенизированной части фарша из куттера;
- загрузка подмороженного шпика в куттер и его интенсивное измельчение (до температуры 14-15 °С);
- загрузка в куттер ранее приготовленной мясной гомогенизированной части фарша и проведение эмульгирования при порционном добавлении остатка водолеяной смеси.

Заканчивают процесс куттерования после достижения необходимого уровня липкости и температуры 10-12 °С.

В несколько модифицированном виде эта технология используется на ряде предприятий малой и средней мощности Поволжья:

- шпик, подмороженный до -10-12°С, измельчают на блокорежке, помещают в куттер, добавляют 1/3 часть водолеяной смеси и гомогенизируют до достижения температуры 2-4 °С;
- затем в чашу куттера вносят охлажденную (0-4 °С) говядину в кусках, нитрит натрия, фосфаты, соль, пряности и еще 1/3 часть водолеяной смеси;
- перемешивание, измельчение и эмульгирование производят до достижения температуры 8 °С;
- добавляют остаток водолеяной смеси и продолжают куттерование; конечная температура фарша 10-11 °С.

Приготовление эмульсии в куттере по рекомендациям ВНИИМПа:

- загрузка нежирного сырья (говядина в/с; свинина нежирная);
- добавление всей поваренной соли и раствора нитрита натрия (если сырье предварительно не было посолено), фосфатов и части водолеяной смеси. Куттерование - 5-7 мин;
- загрузка полужирного сырья и остатка водолеяной смеси. Введение жирного сырья. Куттерование в течение 3-5 мин, добавление пряностей, красителя;
- за 2-3 мин до окончания куттерования добавляют крахмал, муку, аскорбиновую кислоту или аскорбинат натрия.

Общая продолжительность процесса куттерования 10-15 мин.

Конечная температура фарша не должна превышать 15 °С.

В прописи не уточняются скоростные режимы работы куттера и температурные параметры этапов куттерования.

Приготовление эмульсии по регламенту США (при использовании охлажденного несоленого сырья):

- загрузка в куттер нежирного сырья, измельченного на волчке с диаметром отверстий решетки 2-3 мм. Добавление фосфатов. Куттерование на малой скорости 30-45 с;
- введение поваренной соли и раствора нитрита натрия (либо нитритно-посолочной смеси) в количестве полной закладки по рецептуре. В случае использования мясного сырья с повышенной температурой (более 4 °С) рекомендуется применять переохлажденный концентрированный рассол с температурой -4-6 °С;

- добавление предварительно гидратированных соевых белковых препаратов;
- добавление всей водоледяной смеси;
- введение жирного сырья, специй, остальных ингредиентов;
- переход на высокую скорость куттерования.

Окончание процесса эмульгирования при температуре 11-12 °С. Особенностью рецептур является относительно невысокое содержание в них жира.

Приготовление эмульсии в куттере (для эмульгированных колбас с высоким содержанием жировой и соединительной ткани):

- загрузка нежирного сырья, включая сырье с повышенным содержанием соединительной ткани. Куттерование на высокой скорости 20-30 с;

- добавление раствора нитрита натрия, фосфатов, раствора красителя, поваренной соли, глутамината натрия, каррагинана, 1/3 от общего количества водоледяной смеси. Куттерование на высокой скорости до достижения температуры 0-2 °С;

- закладка еще одной части (1/3) водоледяной смеси (снега). Куттерование до 2-4 °С;

- закладка последней (1/3) части водоледяной смеси. Куттерование до 4-6 °С. Переход на малую скорость;

- добавление жирового сырья, специй, ароматизаторов, муки, крахмала, аскорбиновой кислоты и ее производных. Измельчение на максимальной скорости до достижения температуры фарша 10-12 °С.

В конце куттерования внесение шпика, если это необходимо для создания рисунка.

Особенностями процесса являются:

- преобладание высоких скоростей работы куттера для достижения требуемого уровня гомогенизации коллагенсодержащего сырья;

- контроль температурных параметров отдельных этапов с целью максимальной реализации функционального потенциала в рецептуре мышечных белков;

- постоянный контроль вязкости системы, что обеспечивается трехэтапным введением технологической воды.

Приготовление сосисочного фарша на автоматизированных куттерах (Германия). Куттеры оснащены устройствами для бесступенчатого выбора частоты вращения ножевого вала, выбора двух частот вращения чаши, дозирования водоледяной смеси, а также системой контроля температуры и управляющим микропроцессором.

Основные этапы куттерования:

- загрузка. Длительность операции 30 с, за это время загружают в чашу куттера нежирную свинину, говядину, лед, пищевые фосфаты, усилители вкуса, а также нитритно-посолочную смесь. Ножевой вал в это время вращается с частотой 750 мин⁻¹, а чаша - 13 мин⁻¹.

- куттерование до достижения температуры фарша 6 °С с частотой вращения ножевого вала 3000 мин⁻¹, чаши - 26 мин⁻¹. Сырье интенсивно измельчается;

- загрузка. Длительность операции 30 с. Добавляют жирсырье (шпик и свиные баки). Частота вращения ножевого вала 750 мин⁻¹, чаши - 13 мин⁻¹;

- куттерование. С этого момента куттер работает до достижения температуры фарша 10 °С с частотой вращения ножевого вала 3000 мин⁻¹, чаши - 26 мин⁻¹;

р загрузка. В течение 10 с засыпают оставшийся лед и добавляют в фарш специи. Ножевой вал вращается с частотой 750 мин⁻¹, чаши - 13 мин⁻¹;

- куттерование. Фарш куттеруют до достижения заданной температуры 10 °С, при этом ножевой вал вращается с частотой 1500 мин⁻¹, чаши - 13 мин⁻¹;

- выгрузка. Готовый фарш выгружают из куттера в течение 60 с при частоте вращения ножевого вала 750 мин⁻¹, чаши - 13 мин⁻¹;

- очистка куттера. Ножевой вал вращается с частотой 1500 мин⁻¹ в течение 10 с, при этом прилипший к ножам фарш отбрасывается в чашу, вследствие чего ножи и камера резания куттера освобождаются от фарша;

- окончательная очистка. Дальнейший процесс освобождения чаши куттера происходит в течение 20 с, при этом чаша куттера вращается с самой большой частотой - 26 мин⁻¹. Ножевой вал вращается очень медленно - с частотой 60 мин⁻¹.

Для достижения нужной температуры может быть установлено любое время, которое при автоматизированном куттеровании обязательно задается.

Приготовление эмульсии по прописи фирмы «Копенгаген - пектин А/С».

Специалисты фирмы рекомендуют проводить процесс приготовления мясных эмульсий на низкоскоростных куттерах, ориентируясь на число оборотов чаши и соблюдая следующую последовательность операций.

Подготовка сырья:

- перемешивание кусковой (либо шрота) говядины и свинины с 2,5% нитритно-посолочной смеси;

- перемешивание свиного жира с 3% поваренной соли;

- раздельное измельчение посоленного сырья на волчке с диаметром отверстий решетки 2-3 мм.

Куттерование:

- закладка соленого мясного сырья в чашу куттера и его измельчение (0-10 оборотов чаши) при одновременном добавлении фосфатов;

- введение части водоледяной смеси (11-40 оборотов);

- добавление следующей части водоледяной смеси, сухого молока, соевых белков (41-70 оборотов);

- введение остатка водоледяной смеси (71-90 оборотов);

- добавление специй и крахмала (91-125 оборотов);

- добавление аскорбиновой кислоты;

- введение жирсырья и проведение эмульгирования (скорость вращения чаши до 180-190 оборотов);

- выгрузка готовой мясной эмульсии с температурой 10-12 °С. **Приготовление мясных эмульсий с использованием соевых белковых препаратов (СБП).**

Широкое применение соевых белковых препаратов (изолятов, concentra-

тов, соевой муки) в технологии эмульгированных мясopодуктов обусловлено многими причинами, среди которых основными являются:

- высокие показатели функционально-технологических свойств (ФТС) СБП (водо- и жиросвязывающая, гелеобразующая и эмульсионная способность);

- хорошая совместимость ФТС соевых белковых препаратов со свойствами мышечных белков (максимальная растворимость СБП имеет место при рН 7,0, минимальная - при рН 4,6);

- стабильность функционально-технологических свойств (ФТС);

- высокая пищевая и биологическая ценность;

- возможность многовариантного технологического использования;

- экономический фактор.

В условиях неоднородности состава и свойств поступающего на переработку мясного сырья, низкого количественного содержания мышечных белков, снижения их функционального потенциала вследствие длительного низкотемпературного хранения (криоконцентрирование), нарушения режимов размораживания (частичная денатурация белков), разброса в значениях рН (мясо с признаками PSE, DFD, RSE), использования в составе рецептов мяса механической дообвалки, коллагенсодержащего сырья, легкоплавкого жира и т. п., соевые белковые препараты часто компенсируют неудовлетворительные ФТС основного сырья и позволяют существенно повысить устойчивость получаемых мясных эмульсий комбинированного состава.

В отечественной практике предусмотрено несколько способов использования соевых белковых препаратов при приготовлении мясных эмульсий: в сухом виде; после предварительной гидратации (в виде суспензии); в виде геля; в виде белково-жировой эмульсии; в виде СУПРО-гранул; в составе белково-коллагеновых эмульсий.

Степень гидратации соевых белковых препаратов обусловлена их видом (изоляты, концентраты, мука), концентрацией белка, особенностями функциональных свойств, условиями среды и составляет от 2 до 6 частей воды на 1 часть сухого СБП.

При введении СБП *в сухом виде* препарат добавляют на начальной стадии куттерования с одновременным внесением воды, предназначенной для его гидратации.

Общая последовательность приготовления мясных эмульсий в куттере в этом случае выглядит следующим образом:

1. Нежирное сырье + нитрит натрия (если он не был добавлен при посоле) + фосфаты + 1/3 воды/льда (от общего объема по рецептуре)

2. 1 часть СБП + 2-6 частей воды/льда для гидратации белка + 1/3 воды/льда (по рецептуре)

3. Поваренная соль (если используется несоленое мясное сырье или рассчитанная на заменяемое белковым препаратом сырье) + 1/3 оставшейся воды/льда (по рецептуре)

4. Жирное сырье + сахар + специи + шпик + аскорбиновая кислота или аскорбинат/или эриторбат/натрия (за 1-2 оборота чаши куттера до окончания процесса составления фарша).

Добавление в мясные системы сухого белкового препарата в значительных количествах (свыше 3%) может вызвать некоторые негативные последствия, и, в частности, потери СБП вследствие пыления либо образования «шариков» (снаружи - гидратированная оболочка, внутри - сухой препарат). Кроме того, необходимо контролировать момент введения поваренной соли в куттер: при закладке некоторых видов сухих соевых препаратов после поваренной соли возможно выпадение препарата в осадок в виде зернистой структуры. При введении СБП до поваренной соли он может помешать процессу экстракции миоцина: вода, добавляемая для гидратации препарата, «разбавляет» систему. Одновременно, так как мышечные белки обладают более выраженной способностью к гидратации, по сравнению с СБП, мясо (при нормальных значениях рН) может забрать на себя большую часть технологической воды, прежде чем соевые белки полностью гидратируются. В результате произойдет снижение выхода готовой продукции.

При работе с сухими СБП хороший результат дает удлинение периода осадки фаршей перед термообработкой, в процессе которой происходит полная гидратация белкового препарата, переход его в гель-форму, взаимодействие мышечных и соевых белков и формирование устойчивого матрикса.

При использовании СБП *в виде суспензии* в кутгер вносят водоледяную смесь, соевый белковый препарат и при низкой скорости вращения ножей диспергируют в течение 15-20 с. Затем переходят на максимальную скорость вращения ножей и ведут обработку смеси еще в течение 1-3 мин. По окончании гидратации соевого белка, не выключая ножей кутгера, в чашу вносят нежирное мясное сырье. Дальнейшую обработку мясной эмульсии ведут по стандартному регламенту.

Данный способ наиболее распространен в практике по ряду причин:

- полная гидратация соевого белкового препарата и мобилизация его функционального потенциала происходит при оптимальных условиях (температура, рН, отсутствие поваренной соли);
- имеется возможность проводить гидратацию СБП при варьировании соотношения «препарат: вода».

При наличии в составе рецептуры сырья с повышенным содержанием соединительной ткани (нуждающегося в более интенсивном измельчении) коэффициент гидратации снижают, увеличивая таким образом вязкость комбинированной системы «соевый препарат + мясное сырье», что обеспечивает более эффективную гомогенизацию коллагенсодержащих включений;

- структурированная суспензия соевых белков обладает повышенной способностью к жиродерживанию и эмульгированию, т. е. весьма эффективна применительно к рецептурам, в состав которых входит значительное количество жиросодержащего сырья либо легкоплавкого жира.

Западные технологи применяют данный способ в несколько модифицированном виде:

- проводят предварительную гидратацию соевого белкового препарата в куттере; полученную сметанообразную массу выгружают из кутгера;
- вносят в куттер нежирное мясное сырье, добавляют фосфаты и куттеруют 30 с;

- добавляют раствор нитрита натрия, аскорбинат натрия, поваренную соль и куттеруют при 2-3 мин⁻¹;
- вводят всю закладку технологической воды (водоледяной смеси) и куттеруют до момента полного поглощения фаршем свободной воды;
- добавляют ранее приготовленную суспензию соевых белковых препаратов;
- вносят жиросодержащее сырье, добавляют специи и ведут куттерование до максимального нарастания липкости мясной эмульсии.

При использовании СБП *в виде геля* в куттер вносят воду (с 20- 30% льда или снега), затем добавляют соевый белковый препарат и при низкой скорости вращения ножей перемешивают смесь в течение 15-20 с. Затем переходят на максимальную скорость вращения ножей и ведут обработку смеси еще в течение 1-3 мин. При необходимости в конце процесса приготовления геля можно добавить соль (из расчета 2 кг на 100 кг геля), краситель (в соответствии с рекомендациями по применению) и куттеровать еще 30 с. Полученную массу выгружают из куттера и направляют в охлаждаемую камеру с температурой 0-4 °С.

В процессе 10-12-часовой выдержки масса превращается в полупрозрачный гель с выраженными упруго-эластичными свойствами.

После измельчения геля на волчке с диаметром отверстий решетки 2-3 мм его вводят в куттер на первой стадии приготовления эмульсии одновременно с нежирным сырьем.

Общая последовательность дальнейшего процесса куттерования не изменяется. Данный способ имеет несколько повышенную трудоемкость, приемлем для изолированных и концентрированных соевых белков.

Получаемый гель обладает стабильной структурой, устойчивыми свойствами, высоким водосвязывающим потенциалом (может «связать» дополнительно при куттеровании часть воды), устойчив к синерезису.

Однако, по сравнению с препаратами, используемыми в сухом виде и в виде суспензий, гель характеризуется пониженной жиродерживающей способностью, поэтому наиболее эффективен для получения эмульгированных мясопродуктов, содержащих в рецептуре ограниченное количество жира.

Одним из вариантов использования гель-формы СБП при производстве обширной группы мясопродуктов (вареные, полукопченые, варено-копченые, сырокопченые колбасы) является получение СУПРО-гранул.

Готовые СУПРО-гранулы - структурированный окрашенный препарат с выраженными упругими свойствами, способный по цвету, консистенции и функциональным характеристикам имитировать мясное сырье.

Приготавливают СУПРО-гранулы, как правило, на основе изолятов и концентратов (при соотношении СБП: вода 1:3,5), используя один из представленных ниже способов.

Первый способ.

В куттер вносят водоледяную смесь (соотношение вода: лед - 7:3), пищевые красители, соевый белок и при низкой скорости вращения ножей диспергируют смесь в течение 15-20 с. Затем переходят на максимальную скорость вращения ножей и чаши и ведут обработку 7-10 мин до достижения температуры массы 25-30 °С.

Полученный продукт, обладающий плотной упругой консистенцией, выгружают из куттера в емкости (заполняя их не более чем на половину объема для лучшего охлаждения) и выдерживают при температуре 0-4 °С в течение 12-18 ч.

Допускается интенсивное охлаждение полученного окрашенного геля в морозильной камере при температуре -18 °С в течение 3-4 ч.

После выдержки массу измельчают на куттере до частиц размером 2-4 мм.

Приготовленные СУПРО-гранулы с температурой не выше 6 °С вводят в фарши полукопченых, варено-копченых, сырокопченых колбас.

Для повышения стабильности свойств СУПРО-гранул рекомендуется добавлять 2% поваренной соли (к общей массе) на этапе завершения гидратации СБП. Придание СУПРО-гранулам розово-красного цвета разной интенсивности (говядина, свинина, индейка и т. д.) осуществляют введением индивидуальных пищевых красителей (кармин) либо смесей (например, ферментированный красный рис - 0,3%, сахарный колер - 0,1% к массе сырья). Хороший результат дает использование красителей на основе крови убойных животных.

Второй способ.

В куттер вносят водоледную смесь, добавляют 3% цельной стабилизированной или дефибринированной крови, нитрит натрия (из расчета 15-25 г на 100 л крови), при перемешивании вводят соевый белковый препарат и диспергируют смесь 15-20 с. Затем переходят на максимальную скорость вращения ножей и чаши; через 3-5 мин в куттер добавляют 2% поваренной соли и продолжают обработку до достижения температуры массы 25-30 °С и получения упругой консистенции геля. Дальнейшая обработка массы проводится аналогично способу I.

Последовательность осуществления процесса куттерования при приготовлении фарша эмульгированных мясопродуктов «Эконом»- класса с использованием СБП в виде суспензии рассмотрим на примере шпикачек «Даниловские».

На первой стадии куттерования в чашу загружают соевый белок (4 кг) и водоледную смесь (16 кг), в течение 1-2 мин готовят суспензию (20 кг). Затем добавляют мясо птицы механической дообвалки (55 кг), 2,5%-ный раствор нитрита натрия (10 кг), фосфаты (0,5 кг) или комбинированные специи, соль (2,0 кг), часть воды (льда), яйца куриные или меланж (1 кг), сухое молоко (2 кг), чеснок (0,3 кг), еще одну часть воды (льда), крахмал (4 кг). Общее количество добавляемой технологической воды (водоледной смеси) - 18-20 кг.

Куттеруют смесь на высокой скорости до получения гомогенного, хорошо связанного фарша; в конце куттерования закладывают остаток водоледной смеси, раствор пищевого красителя, препарат мясного аромата.

На заключительном этапе куттерования переходят на малую скорость, закладывают в куттер подмороженный шпик (18 кг), измельчают его до требуемого размера и перемешивают равномерно распределяя кусочки в фаршевой массе.

Выгрузку осуществляют при температуре фарша 12-14 °С.

Приготовление мясных эмульсий из замороженного и подмороженного сырья.

Широкое использование на отечественных предприятиях мясного сырья в виде замороженных блоков поставило перед специалистами отрасли серьезный вопрос: какие технологические приемы наиболее эффективны при применении

замороженных блоков в технологии эмульгированных мясопродуктов? И главное - размораживать или не размораживать блоки перед использованием?

Если в отношении блочного мяса, предназначенного для выработки цельномышечных и реструктурированных изделий, ситуация ясна - надо размораживать, то применительно к мороженым блокам, предназначенным для колбасного производства, размораживание представляется не совсем целесообразным.

Как известно, размораживание блоков сопряжено с появлением таких негативных явлений, как:

- высокие потери мясного сока (до 8,6-9,4% к массе сырья);
- увеличение уровня микробиологической обсемененности;
- частичная (в поверхностных слоях) денатурация мышечных белков (использование повышенных температур при размораживании);
- изменение цвета мяса;
- появление постороннего запаха;
- увеличение технологического цикла размораживания (период размораживания может достигать 70 ч);
- рост энергозатрат и т. д.

По этим причинам, а также принимая во внимание, что оптимальный для действия миозина температурный диапазон (от -8 °С до 8 °С) близок к температуре замороженного мясного сырья, многие предприятия отказались от процесса размораживания и освоили технологию приготовления на куттере фаршей различных видов колбас из мороженого блочного предварительно рассортированного мяса (в основном говядины).

В этом случае замороженные блоки предварительно измельчают на блокорезке, стругальной машине либо гриндере, затем мясо с температурой -8...-4°С передают на куттерование без предварительной выдержки в посоле.

На рис. 1 представлены различные варианты обработки мясных блоков с учетом специфики производства конкретных видов мясопродуктов. При этом во всех вариантах, и особенно в случае производства вареных колбас, сосисок и сарделек, особое внимание должно быть уделено температуре получаемой фаршевой массы: при использовании сырья с чрезмерно низкой температурой в процессе его последующего измельчения на куттере могут образовываться гранулы либо порошок, вода будет находиться в кристаллическом состоянии. В результате процессы экстракции белков, их растворение, проявление гелеобразующих и эмульсионных свойств ингибируются; жировая часть эмульсии теряет способность к диспергированию.

Существует несколько способов приготовления вареных колбас из мясного сырья в подмороженном и замороженном состоянии.

Первый способ (рекомендуемый немецкими специалистами). Жиросодержащую часть рецептуры (шпик, жирная свинина) измельчают на волчке, взвешивают, помещают в куттер и куттеруют при частоте вращения ножевого вала 3000 мин⁻¹ до достижения температуры 10 °С. Затем жиросодержащую часть выгружают из куттера. Блочное замороженное нежирное мясное сырье измельчают на блокорезке или стругальной машине, загружают в чашу куттера, измельчают в течение 60 с при частоте вращения ножевого вала 1500 мин⁻¹, до-

бавляют раствор нитрита натрия, пищевые фосфаты и переходят на высокую скорость работы куттера.

После 1-2 мин гомогенизации добавляют 1/2 часть технологической воды с температурой (45-50 °С), поваренную соль и продолжают куттерование еще 1-2 мин. Затем добавляют вторую половину технологической воды (45-50 °С) и ведут интенсивное куттерование до достижения температуры фарша 0 °С. Загружают в куттер предварительно подготовленное и измельченное жирсырье, специи и при частоте вращения ножевого вала 1500 мин⁻¹ проводят эмульгирование до достижения конечной температуры фарша 10-11 °С.



Рис. 1. Технологическая схема использования замороженного блочного сырья для производства различных видов мясopодуков

Второй способ.

Измельчение блочной (жилованой и рассортированной) говядины на гриндере или строгальной машине. Загрузка говядины (с температурой -2 °С) в куттер и измельчение на малых оборотах при последовательном добавлении в чашу фосфатов, аскорбиновой кислоты, глутаминовой кислоты, раствора нитрита натрия и поваренной соли. Через 1-1,5 мин куттерования добавляют 1/3 часть водоледяной смеси, жирсырье и переходят на высокую скорость измельчения; ведут процесс до достижения температуры 10 °С. Вновь добавляют остаток технологической воды (в виде водоледяной смеси), крахмал, специи и продолжают куттерование на малой или средней скорости до достижения эмульсией требуемого уровня липкости и температуры 10-11 °С.

Рассмотренные выше варианты куттерования, основанные на использовании совместного действия низких температур, поваренной соли и оптимального рН с Целью увеличения растворимости солерастворимых фракций мышечных белков и, соответственно, повышения их гелеобразующей, водосвязывающей и эмульсионной способности, применяются не только в технологии вареных колбас, сосисок и сарделек, но и при изготовлении сырокопченых, варенокопченых, полукопченых колбас, салями.

В отличие от гомогенных эмульсий, характерных для вареных колбас, сосисок и сарделек, основой которых является максимально диспергированное сырье, в мясных системах полукопченых, сырокопченых колбас клеточная структура сырья частично сохранена, жир измельчен, но практически не диспергирован, количество воды ограничено той, которая непосредственно находится в мясе. Вышерассмотренные особенности оказывают существенное влияние на механизм стабилизации системы: в результате высокой концентрации белков образующийся матрикс обладает повышенной прочностью, вязкостью и адгезией, способен достаточно прочно удерживать включения жира.

Особое внимание должно быть уделено качеству жирового сырья (степень крошливости, температура плавления); наиболее приемлемы для использования боковой шпик и свиная грудинка.

В частности, при приготовлении сырокопченых колбас и салями с мелким шпиком в куттере на первой фазе проводят измельчение нежирного замороженного сырья до гранул, имеющих сыпучее состояние. При этом добавляют только раствор нитрита натрия, сахар и пряности. Затем останавливают куттер, на поверхности фарша раскладывают пласты подмороженного шпика либо другого жирсырья и на малых оборотах продолжают измельчение до достижения требуемого размера кусочков шпика и равномерного их распределения в гранулированной системе фарша. Получив необходимый рисунок, в фарш добавляют поваренную соль, которая после 1-3 оборотов чаши вызывает интенсивное увеличение липкости системы (вследствие экстракции и последующего взаимодействия солерастворимых белков). Готовый фарш передают на формование колбасных батонов.

Разновидностью вышеизложенного способа является ускоренная технология составления фарша для сырокопченых (типа Зернистой, Московской, Майкопской, Польской, Столичной и др.), ряда полукопченых колбас и сервелата.

При этом фарш готовят следующим образом.

Жилованную говядину и свинину в кусках по 400-600 г и полосы шпика замораживают до температуры $-2...-5$ °С (в центре).

Последующее приготовление фарша в куттере осуществляют двумя способами:

1. При использовании полностью сырья в подмороженном состоянии;
2. При использовании не менее 50% сырья в подмороженном состоянии.

Первый способ.

Подмороженное мясо и шпик в соответствии с рецептурой загружают в куттер в следующем порядке: говядина, поваренная соль, нитрит натрия (в виде раствора), пряности, коньяк или мадера. После измельчения крупных кусков говядины (примерно через 0,5-1,5 мин) загружают свинину и куттеруют смесь в течение 2 мин до получения равномерно измельченного мяса.

Затем добавляют шпик и куттеруют еще 0,5-1,5 мин. Общая продолжительность измельчения 2-5 мин в зависимости от конструкции куттера, количества ножей и вида колбасы.

Окончание процесса куттерования определяют по рисунку фарша, при котором сравнительно однородные по величине кусочки шпика размером, рекомендуемым рецептурой для каждого вида колбасы, равномерно распределяются в мясной части фарша.

Температура фарша после куттерования -1-3 °С.

Второй способ.

В куттер загружают подмороженную до -2-5 °С говядину или нежирную свинину, предварительно измельченные на блокорежке либо строгальной машине до кусков размером 20-50 мм, и ведут куттерование до получения частиц сырья размером 10-15 мм. При измельчении говядины добавляют поваренную соль, раствор нитрита натрия, пряности, коньяк или мадеру. Затем загружают выдержанное в посоле (размороженное) мясо в кусках и куттеруют до получения частиц размером 5-10 мм, после чего останавливают куттер, равномерно по поверхности фарша раскладывают пласты подмороженного шпика либо грудинки и проводят дополнительное измельчение (0,5-1,0 мин). Готовый фарш с характерным рисунком и требуемой липкостью выгружают из куттера.

Рекомендуемая скорость вращения ножевого вала при приготовлении фаршей полукопченых, варено-копченых и сырокопченых колбас на основе подмороженного либо мороженого мясного сырья составляет 800-900 мин¹.

Особенности современной технологии использования замороженного (либо подмороженного) сырья при производстве полукопченых колбас можно рассмотреть на примере процесса приготовления фарша для колбасы «Авангард».

Подмороженную говядину 2 сорта (15 кг) с температурой -3 °С помещают в куттер, перемешивают с 2,5% раствором нитрита натрия (7,5 кг) набором пряностей (0,5 кг), добавляют 1/2 часть водоледяной смеси (общее количество технологической воды - 8 кг), соль (1,9 кг), гидратированный соевый белок (10 кг) и оставшийся лед. Куттеруют до образования хорошо эмульгированного гомогенного фарша.

Мясо, предназначенное для образования структуры, предварительно подмораживают, вносят в куттер и измельчают на малых оборотах: говядину 1 сорта (7 кг) - до размера кусочков 10 мм, свинину нежирную (10 кг) - 10 мм, грудинку (50 кг) с содержанием мышечной ткани не менее 25% - 5 мм. После перемешивания эмульгированной и структурной частей фарш передают на заполнение оболочек.

Приготовление колбасных изделий на основе единого фарша со «вставками».

Значительное расширение ассортимента вырабатываемой продукции обеспечивает использование широко применяемого за рубежом и на некоторых отечественных предприятиях способа приготовления «единого» базового фарша, на основе которого можно получить одновременно несколько видов колбасных изделий.

На зарубежных колбасных фабриках малой и средней мощности сущность такого способа заключается в том, что говядину и свинину после обвалки более тщательно разделяют по содержанию жировой и соединительной ткани (на 4-6

сортов). В частности, получают говядину-90, 80, 75, 50, 35, 15. Цифры показывают долю мышечной ткани в сырье. Например, в говядине-75 содержание мышечной ткани составляет 75%, а 25% - жировая и соединительная ткани.

Для приготовления базового универсального фарша с высокими технологическими свойствами рассортированное сырье берут в определенных соотношениях.

По общему химическому составу и функционально-технологическим свойствам (после осуществления эмульгирования) рецептуры различаются незначительно.

В российских условиях в качестве основного сырья чаще всего используют односортные говядину и свинину с введением при куттеровании 2 кг поваренной соли, 0,3 кг фосфатов, раствора нитрита натрия, 25 кг водолеяной смеси, набора пряностей и крахмала.

Приготовление базового фарша производят в куттере по рассмотренным ранее правилам.

Полученный базовый фарш выгружают из чаши купера и, разделив его на некоторое количество частей, приступают к приготовлению различных видов колбас согласно выбранному ассортименту.

Первую партию обычно отформовывают в череву в виде сосисок либо в оболочку более широкого диаметра в виде колбасных батонов.

Вторую часть базового фарша перемешивают (в соотношении от 3:1 до 1:1) с кусками (массой 30-50 г) предварительно посоленной нежирной свинины и набивают в оболочку, добавив дополнительно специи.

Внесение «вставок» в базовый фарш осуществляют в мешалке либо в купере в режиме перемешивания.

Третью партию снова закладывают в купер, добавляют 25-30% шпика и специй, измельчают в 1-2 оборота чаши купера. Такой фарш пригоден для изготовления как вареной колбасы, так и мясных хлебов.

Используя вышеизложенный принцип, в состав базового фарша можно вносить:

- 20-30% измельченного кубиками шпика либо свиной шкурки (шпикачки);
- 20-25% измельченного кубиками (6х6 мм) твердого сыра (колбаса с сыром);
- 5-10% очищенных фисташек;
- 2-3% нарезанного зеленого или красного болгарского перца (паприки);
- 2-3% оливок без косточек; перед внесением в фарш оливки необходимо ошпарить горячей водой для удаления избытка масла и подсушить;
- 4-10% свежих грибов (шампиньонов) после их промывки и подсушки;
- 20-25% о измельченного на кубики либо полосы мяса свиных голов;
- 20-25% смеси посоленных говядины высшего сорта и нежирной свинины, измельченных на волчке с диаметром отверстий решетки 8 мм;
- 10-15% > сердца, посоленного и измельченного на кубики; и т. д. Меняя

степень измельчения добавляемых мясных ингредиентов (3, 6, 8, 10, 16, 25 мм) и их соотношение с базовым фаршем, можно получить множество разнообразных композиций и на их основе – колбас.

В каждом отдельном случае с учетом вида и количества вносимой «вставки» в фарш дополнительно добавляют поваренную соль и специи.

Эмульсии ливерных колбас и паштетов.

Специфической особенностью данной группы изделий является наличие выраженных вязко-пластических свойств и повышенное содержание в них жира. Стабилизация свойств получаемых эмульсий осуществляется как за счет увеличивающегося при предварительной термообработке мясной части сырья количества гидрофобных групп, так и за счет введения в рецептуру ингредиентов, обладающих выраженной эмульсионной способностью (молоко, меланж, яйца, печень, белковые препараты, специальные эмульгаторы), а так же вследствие интенсивного связывания воды и образования матрикса коллагенсодержащим сырьем, которое при длительной термообработке гидролизует до глютина, желатоз и желатина.

В зависимости от состава рецептуры и условий предварительной подготовки сырья процесс куттерования осуществляют различными способами.

При наличии в рецептуре печени (30-50%) вначале производят бланширование печени, говядины и свинины, закладывают их в куттер, измельчают, затем добавляют сухое молоко, муку, крахмал, меланж, поваренную соль, лук, пряности; в последнюю очередь - жиросодержащее сырье (жирную свинину, щековину, топленый жир) и бульон

При преобладании в рецептуре коллагенсодержащего сырья (более 70%) в куттере вначале обрабатывают именно его и только после полной гомогенизации добавляют остальное мясное сырье, поваренную соль, муку, пряности, бульон.

Для получения более нежной консистенции полученную массу после куттерования дополнительно пропускают через машины тонкого измельчения.

Температура готового фарша, приготовленного из предварительно термообработанного сырья (по «горячему» или «холодному» способу) при выгрузке из куттера не должна превышать 12 °С.

В современной технологии весьма популярен «горячий» способ приготовления паштетной массы при совместном использовании печени и специальных эмульгаторов. При этом печень сырую жилованную (15 кг) куттеруют на высокой скорости до образования в ней пузырьков, добавляют поваренную соль (1,8 кг) и раствор нитрита натрия, перемешивают, выгружают из чаши и оставляют в тазиках для охлаждения до температуры 4-5 °С.

Жиросодержащее сырье (45 кг) и свиную шкурку (10 кг) подвергают кратковременной термообработке в воде (35-40 мин при температуре 90-95 °С), отделяют от бульона, загружают в куттер и на высокой скорости измельчают, последовательно добавляя эмульгатор (например, эмульгатор Омфакс - 6 г) и горячий бульон (30 кг).

Куттерование и эмульгирование ведут при температуре 50-55 °С.

При достижении требуемой степени гомогенизации сырья добавляют охлажденную печень и продолжают куттерование при температуре 40-45 °С. Не

прекращая измельчения, в конце процесса вносят пряности, крахмал (3%) и консерванты.

Выгрузку готовой паштетной массы из чаши купера производят при температуре 35-40 °С.

Вопросы для самопроверки:

1. Перечислите этапы процесса приготовления эмульсии в куттере по классической прописи.
2. Как готовят эмульсии в куттере для эмульгированных колбас с высоким содержанием жировой и соединительной ткани?
3. Приготовление мясных эмульсий с использованием соевых белковых препаратов?
4. Как готовят мясные эмульсии из замороженного и подмороженного сырья?

ТЕМА 4. ПОВАРЕННАЯ СОЛЬ, ЕЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Поваренная соль (хлористый натрий) - наиболее распространенный вкусовой и одновременно технологический ингредиент в рецептурах мясопродуктов.

Действие поваренной соли проявляется в нескольких направлениях.

Влияние на органолептические показатели. Благодаря аниону хлора соль придает соленый вкус продуктам, несмотря на то, что для самого хлористого натрия, являющегося солью соляной кислоты, характерен уровень рН в диапазоне от 6 до 7. Поваренная соль оказывает существенное влияние на развитие ферментных систем мясного сырья, обеспечивая улучшение его вкусоароматических характеристик. Данный эффект обусловлен тем, что при концентрации поваренной соли около 1,5% скорость протеолиза белков возрастает: это используется в процессе посола сырья в мясном производстве.

При концентрации поваренной соли выше 5% активность протеаз падает почти в 2 раза, при концентрации выше .20% ход протеолиза полностью блокируется вследствие частичной денатурации и высаливания ферментов.

В присутствии поваренной соли в концентрации, характерной для мясной продукции, тканевые ферменты и ферменты микроорганизмов активизируются. Вследствие этого в течение 10 сут посола в мясе гидролизуется до 8-12% белков с образованием свободных аминокислот, в первую очередь глутаминовой кислоты, метионина, цистеина, глутатиона. Параллельно с этим происходит гидролиз липидов с образованием летучих жирных кислот: уксусной, масляной, валериановой, каприловой, капроновой. В процессе посола мяса имеет место также гидролиз углеводов с образованием молочной кислоты, глюкозы и фруктозы.

В совокупности все образуемые вещества принципиально изменяют вкусоароматические характеристики мясного сырья.

Следует отметить, что поваренная соль негативно влияет на состояние пигментов, способствуя переходу миоглобина в мет-форму.

Консервирующее действие. В технологическом диапазоне концентрации, составляющем от 1,5 до 4,5%, поваренная соль не проявляет свойства антисептика, но в совокупности с низкими (условия посола, созревания, выдержки, осадки) или высокими (пастеризация, стерилизация) температурами подавляет развитие гнилостных микроорганизмов.

Микроорганизмы имеют разную чувствительность к воздействию поваренной соли.

Галофобные микроорганизмы (*Pseudomonas, Salmonella, Escherichia coli* и др. микроорганизмы) негативно воспринимают наличие поваренной соли в среде своего обитания.

Галотолерантные микроорганизмы (спорообразующие бактерии и микрококки) способны размножаться в присутствии 6-8% поваренной соли. В первую очередь высокую устойчивость к поваренной соли имеют *Cl. sporogenus, Cl. botulinum*, мицелиальные грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium*.

Галофильные микроорганизмы способны развиваться в присутствии высоких концентрации поваренной соли. Оптимум концентрации для их развития составляет от 15 до 20%, минимальная концентрация - не менее 13%.

К данной группе относятся *Micrococcus*.

Механизм антимикробного действия поваренной соли объясняется следующими факторами:

- введение поваренной соли повышает осмотическое давление и вызывает обезвоживание микробных клеток, что нарушает их обмен веществ;
- в присутствии воды поваренная соль диссоциирует на ионы натрия и хлора. Радиус иона хлора почти в 2 раза больше, чем у иона натрия в связи с чем (по Поллингу) у него больше адсорбционная способность. По этой причине ион хлора адсорбируется на поверхности микробной клетки и, обладая свойствами восстановителя, посылает в клетку свободные электроны (ё), усиливая окислительно-восстановительные процессы. В это время ионы натрия остаются в межфазном пространстве, интенсивно гидратируются и лишают клетку свободной воды;
- введение поваренной соли в пищевые системы снижает уровень активности воды и таким образом обеспечивает подавление развития микроорганизмов.

На практике используют несколько способов усиления антимикробного действия поваренной соли. В частности, применяют ее в совокупности с консервантами (пищевые кислоты и их соли) и сахарами. Минимальная концентрация сорбиновой кислоты, оказывающая действие на дрожжи и плесени в присутствии 4-6% поваренной соли, в 2-3 раза ниже, чем при ее отсутствии.

Антимикробное действие поваренной соли изменяется в зависимости от различных температурных параметров обработки. Например, при температуре 2-3 °С количество микроорганизмов в мясе без добавления поваренной соли на пятые сутки хранения составляет от $8 \cdot 10^4$ до $2 \cdot 10^6$ КОЕ/г, в соленном мясе остается постоянным на уровне $8 \cdot 10^4$ КОЕ/г.

Весьма распространенным и эффективным способом подавления разви-

тия микроорганизмов является совокупное применение поваренной соли и пастеризации либо вакуумирования.

Влияние поваренной соли на коллоидно-химическое состояние и технологические свойства мясных систем. Современные мясные системы, в частности эмульгированные колбасы, содержат мышечные белки, белковые препараты, технологические ингредиенты и пищевые добавки.

Каждый из высокомолекулярных компонентов рецептуры обладает специфическими функционально-технологическими свойствами (растворимость, набухаемость, ВСС, гелеобразующая способность, ЖУС, эмульгирующая способность и т. д.), степень выраженности которых зависит в первую очередь от уровня рН, температуры, ионного состава среды.

В связи с вышеизложенным рассмотрим особенности влияния поваренной соли на функционально-технологические свойства отдельных ингредиентов мясных систем.

Главный компонент мясных систем - мышечные белки, и в первую очередь миозин.

Миозин - основной структурообразователь, водо- и солерастворимый белок, обладающий поверхностно-активными свойствами. Имеет изоэлектрическую точку в диапазоне рН 5,2-5,4, является кальций-зависимым.

В связи с особенностями его свойств при введении поваренной соли в мясные системы увеличивается набухание и растворимость миозина, возрастает его ВСС (и других миофибриллярных белков) за счет наличия на их поверхности электростатических центров и присоединения к ним ионов натрия и хлора, которые обеспечивают дополнительную ориентацию диполей воды (адсорбционная влага).

В присутствии поваренной соли имеет место повышение осмотического давления внутри клеток (в цельномышечных изделиях) и мицелл, что способствует присоединению воды (осмотическая вода), тормозится процесс расщепления АТФ, на 4-9 ч задерживается ассоциация актина и миозина, что в совокупности сохраняет высокую гидратацию белков на уровне, характерном для парного мяса. Поваренная соль интенсифицирует процесс межмолекулярного взаимодействия белков (гелеобразование), что приводит к повышению величины липкости и эффективной вязкости.

Влияние поваренной соли на свойства соевых белковых препаратов.

Соевые белковые препараты - гидроколлоиды, образующие дисперсные гели, обладающие высокой ВУС, ЖУС и эмульгирующей способностями.

Наряду с рН и температурой на степень выраженности функционально-технологических свойств соевых белковых препаратов существенное влияние оказывает ионный состав среды. Одновременное введение поваренной соли с соевыми белковыми препаратами в процессе куттерования существенно ухудшает ВСС, гелеобразующую способность и структурно-механические свойства последних.

Для соевых белковых препаратов нового поколения влияние поваренной соли менее выражено, однако даже в этом случае величина их ККГ снижается.

С учетом вышеизложенного соевые белковые препараты в тех-

нологической практике колбасного производства, как правило, рекомендуется вносить отдельно от поваренной соли.

По этим же причинам в процессе приготовления многокомпонентных рассолов, предназначенных для инъектирования цельномышечных и реструктурированных мясопродуктов, поваренная соль вносится после соевых белковых препаратов либо на заключительном этапе процесса приготовления рассолов.

Применительно к белковым препаратам животного происхождения (белки плазмы, молочно-белковые препараты, препараты из коллагенсодержащего сырья) имеются различные данные по оценке влияния поваренной соли на их функциональные свойства, что обусловлено спецификой состава и особенностями технологии производства препаратов.

Некоторые препараты (как правило, коллагенсодержащие) относительно хорошо сохраняют исходные ФТС в присутствии поваренной соли. Однако часть белковых препаратов (особенно на основе плазмы и молочно-белковые) негативно реагируют на наличие поваренной соли в среде гидратации. Высокомолекулярные соединения полисахаридной группы также в большинстве случаев изменяют свои функционально-технологические свойства под воздействием поваренной соли. В частности, в присутствии 2-3% поваренной соли величина ККГ нативных крахмалов практически всех видов повышается на 2-3%, одновременно растет и температура клейстеризации. Аналогично реагируют на введение поваренной соли и различные виды муки (пшеничная, рисовая, гороховая, соевая). Введение поваренной соли в воду, используемую для гидратации карраги-нанов, приводит к увеличению величины ККГ, снижению температуры плавления готовых гелей, повышению степени выраженности синерезиса в каррагинановых гелях.

Влияние вида поваренной соли на качество мясопродуктов. Следует отметить, что в технологии мясопродуктов используют различные виды поваренной соли: каменную (экстра, высшего сорта, первого, второго), садочную, самосадочную и выварочную - высший, первый, второй сорта, а также вакуумную соль импортного производства, нитритную соль.

Все виды поваренной соли, применяемые в технологической практике, существенно различаются между собой по общему химическому составу, и в частности по содержанию основного вещества (хлористого натрия), воды, водонерастворимых веществ, а также примесей в виде солей двухвалентных металлов.

Несмотря на то, что по большинству показателей коммерческие препараты поваренной соли существенно не отличаются от диапазонов, регламентируемых ГОСТом, отклонения в их составе могут иметь важное технологическое значение. Например, отклонения в содержании воды в хлористом натрии могут привести (при одинаковой закладке поваренной соли в рецептуру пищевого продукта) к изменениям степени выраженности солоноватости готового изделия.

Повышенное содержание воды автоматически приводит к снижению массовой доли хлористого натрия, что может отразиться на функционально-технологических свойствах миофибриллярных солерастворимых белков и, как следствие, вызвать понижение ВСС, гелеобразующей и эмульгирующей способностей.

Водонерастворимые вещества (гипс) в основном присутствуют в камен-

ной соли. В этом случае можно ожидать, что, вследствие наличия сульфатов производителю колбасных изделий придется столкнуться с появлением дефектов в виде зеленых пигментных пятен в готовой продукции, ощущением горьковатого привкуса, а также быстрой порчей готовых изделий вследствие интенсивного окисления липидов.

Превышение в поваренной соли доли примесей солей кальция, магния, марганца, железа, меди может оказать влияние как на белковую, так и на жировую составляющую в мясных системах

Избыток солей кальция и магния придает продукту горьковатый привкус, вызывает снижение ВСС, эмульгирующей, гелеобразующей способностей мышечных белков, снижает эффективность действия натриевых фосфатов за счет перевода их в нерастворимую форму, приводит к упрочнению консистенции за счет образования кальциевых мостиков между белками, провоцирует появление морщинистости и белого налета на поверхности мясопродуктов.

Кроме того, ионы кальция и магния могут инициировать образование мыл в реакции со свободными жирными кислотами.

Ионы меди и железа в поваренной соли вызывают катализ процесса окисления жиров, а также появление пигментации в виде бурых и зеленоватых пятен.

Различные виды и сорта поваренной соли имеют рН (1% растворов) в диапазоне от 6,2 до 6,5.

Колебания значений рН, соответственно, будут оказывать влияние на функционально-технологические свойства белков, белоксодержащих препаратов, пищевых добавок и других ингредиентов.

Микробиологические показатели также являются принципиально важными: средний уровень контаминации поваренной соли микроорганизмами составляет $1 \cdot 10^2$ - $1 \cdot 10^4$ клеток в 1 г. При этом в некоторых видах поваренной соли (садочная, выварочная) количество галофильных микроорганизмов может достигать до 10^2 клеток на 1 г.

Особое внимание следует обратить на наличие плесеней в составе коммерческих препаратов поваренной соли. Отсутствие контроля микробиологического состояния используемой в технологической практике поваренной соли может привести к снижению устойчивости готовой продукции при последующем хранении.

Вопросы для самопроверки:

1. Как влияет вид поваренной соли на качество мясопродуктов?
2. Как влияет поваренная соль на соевые белковые препараты?
3. Консервирующее действие соли?
4. Как влияет соль на органолептические показатели продуктов?

ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ДЛЯ НАПИСАНИЯ РЕФЕРАТА

1. Перспективы развития биотехнологии.
2. Генетическая инженерия – очередная биологическая революция.
3. Перспективы использования генетической инженерии в молочной промышленности.
4. Перспективы использования культивируемых клеток растений в биотехнологии.
5. Перспективы использования клеточных культур человека и животных в биотехнологии.
6. Производственные методы в промышленной микробиологии.
7. Генетическое программирование промышленных микроорганизмов.
8. Промышленные микроорганизмы.
9. Генетика микроорганизмов и микробиологическая промышленность.
10. Применение иммобилизованных ферментов в пищевой промышленности.
11. Микробиологическое производство пищевых продуктов и напитков.
12. Биотехнологическое получение белка.
13. Экономика новых форм производства пищевых продуктов.
14. Биотехнология и мировая продовольственная проблема.
15. Биологическая фиксация азота и генетическая инженерия.
16. Экономика биотехнологических процессов.
17. Этические проблемы биотехнологии.
18. Генная инженерия – новое социальное оружие.
19. Влияние биотехнологии на условия жизни и труда.
20. Биотехнология и развивающиеся страны.
21. Продукты гидролиза крахмала.
22. Получение липидов с помощью микроорганизмов
23. Продукты из сои. Микромицеты в питании человека.
24. Производство и применение витаминов.
25. Асептика биотехнологических продуктов.
26. Биотехнология сырокопченых колбасных изделий.
27. Биотехнологические особенности производства твердых и полутвердых сыров.
28. Физико-химические изменения молока при приготовлении кисломолочных продуктов.
29. Основные этапы разработки новых технологий.
30. Биотехнология в пищевой промышленности.

Написание реферата по дисциплине «Пищевая биотехнология» – это форма самостоятельной работы студентов, направленная на закрепление, углубление и обобщение знаний по данной дисциплине, формирование навыков решения задач в ходе анализа материала по выбранной тематике.

К написанию и оформлению реферата предъявляются следующие требования:

- 1) СТРУКТУРА.

Реферат должен содержать:

- титульный лист
- содержание
- введение
- текст
- заключение
- список литературы

2) **ОФОРМЛЕНИЕ.** Реферат должен быть выполнен на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210x297 мм) через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным. Гарнитура шрифта основного текста – Times New Roman или аналогичная, кегль (размер) от 12 до 14 пунктов. Размеры полей (не менее): правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 25 мм. Формат абзаца: полное выравнивание («по ширине»), отступ – 1,25 см.

Заголовки разделов и подразделов следует печатать на отдельной строке с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Выравнивание по центру.

Все иллюстрации в реферате размещают сразу после ссылки на нее в тексте, именуют рисунками и обозначают словом «Рис». Наименование рисунка и его номер располагают под рисунком.

Уравнения и формулы следует набирать в редакторе формул Microsoft Equation 3.0, выделяя из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Пояснения значений символов и числовых коэффициентов следует проводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле.

Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту, начиная с титульного листа. Номер страницы проставляют внизу страницы справа. На титульном листе номер не проставляют.

ОЦЕНКА РЕФЕРАТА

Реферат оценивается по следующим критериям: - соблюдение требований к его оформлению;

- необходимость и достаточность для раскрытия темы приведенной в тексте реферата информации;

- умение обучающегося свободно излагать основные идеи, отраженные в реферате;

- способность обучающегося понять суть задаваемых вопросов и сформулировать точные ответы на них.

Критерии оценки реферата:

- «5» (отлично) – работа выполнена с соблюдением всех критериев;

- «4» (хорошо) – работа выполнена полностью, но допущены некоторые недочеты;

- «3» (удовлетворительно) – работа выполнена с соблюдением не менее половины всех критериев;

- «2» (неудовлетворительно) – не раскрыта полностью тема реферата.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная

1. Бутова Т.Е. Введение в пищевую биотехнологию: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2020. 160 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/146901>
2. Бутова Т.Е. Введение в профессиональную деятельность. Пищевая биотехнология: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2022. 160 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/213080>
3. Гусейнова Б.М., Салманов М.М., Ашурбеков И.М. Пищевая биотехнология: учеб.-метод. пособие. Махачкала: ДагГАУ им. М.М. Джамбулатова, 2020. 75 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/159428>
4. Голубцова Ю.В., Кригер О.В., Просеков А.Ю. Биотехнология пищевого сырья и продуктов питания: учеб. пособие. Кемерово: КемГУ, 2017. 111 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/103935>
5. Биотехнология продуктов питания из сырья животного происхождения: учеб. пособие / сост. П.С. Кобыляцкий. Персиановский: Донской ГАУ, 2018. 86 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/114989>
6. Федосова А.Н., Каледина М.В. Биотехнология молочных продуктов : учеб. пособие. Белгород: БелГАУ им. В.Я. Горина, 2019. 144 с. // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166517>
7. Основы биотехнологии: учебное пособие / Н.Е. Павловская, И.В. Горькова, И.Н. Гагарина, А.Ю. Гаврилова. Орел: ОрелГАУ, 2014. 208 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/71477>

Дополнительная литература

8. Шокина Ю.В. Разработка инновационной продукции пищевой биотехнологии. Практикум: учеб. пособие для вузов. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2022. 116 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/221258>
9. Миронов П.В., Алаудинова Е.В., Тарнопольская В.В. Биотехнология пищевых и кормовых продуктов: учеб. пособие. Красноярск: СибГУ им. академика М.Ф. Решетнёва, 2017. 94 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/147484>
10. Гайнуллина М.К., Волостнова А.Н., Якимов О.А. Основы биотехнологии переработки сельскохозяйственной продукции: учеб. пособие. Казань: КГАВМ им. Баумана, 2019. 88 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/129425>
11. Мельникова Е.И., Рудниченко Е.С., Богданова Е.В. Современные методы исследования свойств сырья и продуктов животного происхождения. Лабораторный практикум: учеб. пособие. Воронеж: ВГУИТ, 2014. 96 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/71660>

12. Шуваева Г.П., Свиридова Т.В., Корнеева О.С. Микробиология с основами биотехнологии (теория и практика): учеб. пособие. Воронеж: ВГУИТ, 2017. 315 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/106792>

13. Воронцова Л.А. Пищевая химия: лабораторный практикум: учеб. пособие. Благовещенск: ДальГАУ, 2015. 148 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/137729>

14. Мельникова Е.И., Рудниченко Е.С., Богданова Е.В. Современные методы исследования свойств сырья и продуктов животного происхождения. Лабораторный практикум: учеб. пособие. Воронеж: ВГУИТ, 2014. 96 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/71660>

15. Грунская В.А., Габриелян Д.С., Острецова Н.Г. Биотехнология продуктов функционального назначения на молочной основе: учеб.-метод. пособие. Вологда: ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2019. 84 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/138545>

16. Постников С.И. Технология мяса и мясных продуктов. Колбасное производство: учеб. пособие. Ставрополь: СКФУ, 2016. 106 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/155493>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурова Т.Е. Введение в пищевую биотехнологию: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2020. 160 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/146901>
2. Бурова Т.Е. Введение в профессиональную деятельность. Пищевая биотехнология: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2022. 160 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/213080>
3. Гусейнова Б.М., Салманов М.М., Ашурбеков И.М. Пищевая биотехнология: учеб.-метод. пособие. Махачкала: ДагГАУ им. М.М. Джамбулатова, 2020. 75 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/159428>
4. Голубцова Ю.В., Кригер О.В., Просеков А.Ю. Биотехнология пищевого сырья и продуктов питания: учеб. пособие. Кемерово: КемГУ, 2017. 111 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/103935>
5. Биотехнология продуктов питания из сырья животного происхождения: учеб. пособие / сост. П.С. Кобыляцкий. Персиановский: Донской ГАУ, 2018. 86 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/114989>
6. Федосова А.Н., Каледина М.В. Биотехнология молочных продуктов: учеб. пособие. Белгород: БелГАУ им. В.Я. Горина, 2019. 144 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/166517>
7. Основы биотехнологии: учеб. пособие / Н.Е. Павловская, И.В. Горькова, И. Н. Гагарина, А.Ю. Гаврилова. Орел: ОрелГАУ, 2014. 208 с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/71477>
8. Биотехнология мяса и мясных продуктов: курс лекций / И.А. Рогов, А.И. Жаринов, Л.А. Текутьева, Т.А. Шепель. М.: ДеЛипринт, 2009. 296 с.
9. Лемеш Е.А., Гулаков А.Н. Методы исследований мяса и мясных продуктов: учеб.-метод. пособие для проведения практических занятий со студентами направления подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» профиль «Технология мяса и мясных продуктов». Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022. 134 с.

Учебное издание

Рябичева Ангелина Евгеньевна
Стрельцов Владимир Антонович

ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

учебно-методическое пособие
для самостоятельной работы студентами направления
19.03.03 «Продукты питания животного происхождения»
профиль «Технология мяса и мясных продуктов»

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 14.11.2022 г. Формат 60x84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 3,08. Тираж 25 экз. Изд. № 7415.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ