

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Л. С. Байдалинова

ОБЩАЯ ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

Часть 2

Утверждено редакционно-издательским советом ФГБОУ ВО «КГТУ»
в качестве учебно-методического пособия для студентов,
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
19.03.01 Биотехнология
(профиль – «Пищевая биотехнология»)

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

Рецензент:

доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой
ФГБОУ ВО «КГТУ» О. Я. Мезенова

Байдалинова Л. С.

Общая пищевая биотехнология: учебно-методическое пособие по лабораторным работам для студентов бакалавриата по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (профиль – Пищевая биотехнология): в 2 ч. / Л. С. Байдалинова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – Ч. 2. – 199 с.

Представлены методические материалы по выполнению лабораторных работ, направленных на углубление теоретических знаний по дисциплине «Общая пищевая биотехнология», формирование у студентов профессиональных компетенций, навыков оценки качества, биологической ценности продуктов, применения современных и инновационных технологий, проведения отдельных стадий биотехнологических процессов, работы со стандартами и другими нормативными и техническими документами по пищевой биотехнологии.

Предназначено для студентов бакалавриата направления подготовки 19.03.01 Биотехнология (профиль «Пищевая биотехнология»). Может быть полезно студентам других направлений и специалистам, имеющим отношение к пищевой промышленности, биотехнологии и сфере питания.

Рис. 23, табл. 51.

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено кафедрой пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 17 ноября 2021 г., протокол № 3

Учебно-методическое пособие рекомендовано к изданию методической комиссией механико-технологического факультета ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 18 ноября 2021 г., протокол № 2

УДК 613.2

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2022 г.

© Байдалинова Л. С., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Лабораторная работа № 8 Биотехнология бродильных процессов при производстве квашеной капусты и соленых огурцов.....	4
Лабораторная работа № 9 Полисахариды гидробионтов. Использование полисахаридов для повышения водосвязывающей способности сырья животного происхождения.....	28
Лабораторная работа № 10 Биотехнология пищевых белковых препаратов из сырья животного происхождения (гидробионтов).....	51
Лабораторная работа № 11 Нанотехнологии применения функциональных компонентов для повышения биологической ценности пищевых продуктов.....	84
Лабораторная работа № 12 Белковые препараты и изоляты в пищевой и мясной промышленности. Современные способы приготовления мясных эмульсий.....	124
Лабораторная работа № 13 Биотехнологические способы утилизации и промышленного использования органических отходов перерабатывающих производств.....	143
Лабораторная работа № 14 Нормативные международные и отечественные законодательные документы по регламентации пищевого использования генетически модифицированных организмов и продуктов	172

Лабораторная работа № 8

Тема: **БИОТЕХНОЛОГИЯ БРОДИЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КВАШЕНОЙ КАПУСТЫ И СОЛЕННЫХ ОГУРЦОВ**

Цель работы: приобретение знаний, умений и навыков по биотехнологии производства квашеной капусты и соленых огурцов и оценке их потребительских свойств.

Задачи:

- закрепление знаний в области биотехнологии процесса брожения при производстве квашеной капусты и соленых огурцов;
- приобретение умений описания потребительских свойств данных растительных продуктов;
- закрепление знаний характеристик используемого сырья, изменений входящих в него органических веществ в зависимости от различных факторов;
- закрепление знаний о составе молочнокислых микроорганизмов, обеспечивающих формирование потребительских свойств биотехнологических продуктов из овощного сырья растительного происхождения - квашеной капусты и соленых огурцов;
- приобретение навыков изготовления в лабораторных условиях экспериментальных образцов продукции на основе процессов брожения - квашеной капусты и соленых огурцов;
- приобретение навыков аналитических исследований показателей качества данной продукции в соответствии с требованиями нормативной документации.

8.1. Материально-техническое обеспечение

- Государственные стандарты и технические регламенты на растительную овощную продукцию, приготавливаемую на основе процессов брожения;
- Справочно-теоретический материал по отдельным этапам технологии производства овощных продуктов на основе процессов брожения;
- Капуста белокачанная и огурцы свежие, морковь, соль пищевая, пряности для выполнения экспериментальных заданий по изготовлению квашеной капусты и соленых огурцов;
- Аналогичная продукция производственной выработки (капуста квашеная и огурцы соленые) для оценки качества и сравнения с ней качества экспериментальных образцов;
- Лабораторное оборудование для проведения экспериментальных технологических работ и органолептической оценки экспериментальных образцов приготовленной продукции и ее промышленных образцов;

- Лабораторное оборудование, измерительные приборы и химические реактивы для аналитического определения показателей качества свежих капусты и огурцов и готовых квашеной капусты и соленых огурцов.

8.2. Справочно-теоретический материал

Большое количество новых пищевых продуктов были созданы людьми из-за необходимости длительного сохранения плодов и овощей. Для этого использовалось квашение, основанное на консервирующем действии молочной кислоты, образующейся в результате молочнокислого брожения углеводов, находящихся в заквашиваемом сырье.

В зависимости от вида обработки овощи делят на три группы: квашеные, соленые и моченые. К квашеным овощам относят капусту белокочанную, которая консервируется накапливающейся в результате молочнокислого брожения молочной кислотой (1,5–1,7 %). Соль добавляют в незначительных количествах (до 2 %) в начале брожения для лучшего выделения сока из измельченного сырья. Соленые овощи отличаются более высоким содержанием соли (до 4,5 %) и несколько меньшим накоплением молочной кислоты (до 1,5 %). При засоле овощей добавляют специи и пряности. По ботаническим признакам группа овощей делится на подгруппы: тыквенные (огурцы, кабачки, патиссоны, арбузы), томатные (томаты, баклажаны, перец), луковые (лук, чеснок), корнеплоды (морковь, свекла), капустные (капуста белокочанная, цветная, краснокочанная, савойская, брюссельская, брокколи, кольраби, брюква, репа, редис), пряно-вкусовые (укроп, петрушка, сельдерей), травянистые (папоротник, борщевик, лопух и др.). Солят также бобовые культуры и грибы, которые по классификации относят к овощам. Часть овощей (корнеплоды, пряно-вкусовые, травянистые растения) засаливают с повышенными концентрациями соли (10–30 %). В данном случае роль молочнокислого брожения сведена к минимуму (корнеплоды, пряно-вкусовые растения) или оно отсутствует полностью (папоротник).

Технология квашения, соления, мочения. Принципиальной разницы между квашением, засолом и мочением нет. В их основе лежат аналогичные физические процессы и биохимическое изменение свежего сырья. Из физических процессов при квашении имеют место осмос и диффузия. Эти процессы вызывает добавляемая в сырье соль. Она повышает осмотическое давление в среде, окружающей растительные клетки. В результате осмоса клеточный сок устремляется в сторону большей концентрации веществ и вытекает из тканей. Это явление называется плазмолизом, который вызывает уменьшение массы и объема сырья. Процесс диффузии проявляется несколько позднее, когда начинают уравниваться концентрации веществ вне и внутри клеток. В результате диффузии объем и масса овощей частично восстанавливается.

Основной биохимический процесс квашения (соления, мочения) овощей (плодов) – брожение. Консервирование квашением основано на создании благоприятных условий для развития преимущественно молочнокислых бактерий с целью подавления роста потенциальных возбудителей порчи – гнилостных,

маслянокислых бактерий и др. Молочнокислое брожение возникает обычно в результате деятельности молочнокислых бактерий сырья. Но в современной технике консервирования овощей используют микробные штаммы, в частности штаммы молочнокислых бактерий, подвергшиеся селекции. Пастеризация на последней стадии консервирования уничтожает микроорганизмы и гарантирует высокое качество продукта. Комплекс биохимических процессов, происходящих при квашении, принято называть ферментацией. Преобладающий микробиологический процесс – молочнокислое брожение.

Квашение капусты. Для квашения используется свежая капуста по ГОСТ 33494–2015 «Капуста белокочанная свежая для промышленной переработки. Технические условия». Используются и другие виды капусты.

Возбудителями молочнокислого брожения при квашении капусты являются *Lactobacillus brevis* и *Lactobacillus pentoceticus*. Наряду с молочнокислыми бактериями в сбраживании принимают участие ряд других бактерий и дрожжей. По преимущественному развитию той или иной группы микроорганизмов процесс ферментации делят на четыре стадии. На первой стадии развивается одновременно вся микрофлора капусты: палочковидные микроорганизмы семейств *Pseudomonas*, *Enterobacter cloacae*, *Flavobacterium rhenanum* (или *Erwinia herbicola*), кокки и другие газо- и кислотообразующие бактерии. Большинство активно потребляют кислород и создают благоприятные условия для последующего развития анаэробных молочнокислых бактерий. В этой стадии накапливается небольшое количество молочной кислоты, образуются муравьиная, уксусная и янтарная кислоты, выделяется большое количество углекислого газа и водорода, вызывая сильное пенообразование. На второй стадии ферментации аэробная микрофлора постепенно уступает место анаэробам. Начинают развиваться гетероферментативные молочнокислые бактерии *Leuconostoc mesenteroides*, концентрация молочной кислоты достигает 1 %. Накапливаются также уксусная кислота, этиловый спирт, маннит, различные эфиры, формирующие вкус и запах продукта. Длительность первых двух стадий – от 3 до 6 сут. Третья стадия считается основной консервирующей. Идет максимальное накопление молочной кислоты с участием гомоферментативных молочнокислых бактерий *L. plantarum*. При этом образуется только молочная кислота, концентрация достигает 1,5 %. Длительность третьей стадии при низких температурах – около трех недель. На четвертой стадии вновь активизируются возбудители гетероферментативного молочнокислого брожения, главным образом *L. brevis*. Они способны сбраживать не только сахара, но и пентозы, а также являются хорошими ароматообразователями, которые окончательно формируют вкус и аромат квашеной капусты.

Посол овощей. При переработке других видов растительного сырья (огурцы по ГОСТ 1726–2019 «Огурцы свежие для промышленной переработки. Технические условия», томаты по ГОСТ 1725-2019. «Томаты свежие для промышленной переработки. Технические условия», корнеплоды и др.) используют засол – способ, при котором процессы ферментации в целом аналогичны процессам квашения капусты. Разница в том, что квашение овощей происходит

после их заливки солевым раствором (концентрация соли – от 3 до 7 % – в зависимости от вида овощей). Благодаря плазмолизу в солевой раствор переходит часть клеточного сока овощей, в том числе углеводы, необходимые для развития молочнокислых бактерий. Однако в микрофлоре овощей меньше молочнокислых бактерий, в образующемся рассоле содержится мало углеводов, поэтому меньше накапливается молочной кислоты. На результате ферментации в целом сказывается и видовая особенность овощей. Так, в начальной стадии ферментации огурцов активно развиваются оставшиеся на огурцах после мойки почвенные бактерии. Процесс продолжают слабые кислотообразователи *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus faecalis*, *Pediococcus cerevisiae*. В этот период создаются благоприятные условия для развития дрожжей и плесневых грибов, чего нельзя допускать. Как и при брожении капусты, основным кислотообразователем является гомоферментативная молочная бактерия *L. plantarum*, а *L. brevis* способствует накоплению в огурцах преимущественно молочной кислоты и незначительных количеств уксусной кислоты, спирта, маннита и др. Общее количество образовавшейся молочной кислоты – 1–1,5%. При хранении на холоде это количество гарантирует сохранность огурцов.

Разновидностью квашения является мочение. Плоды (ягоды) заливают раствором, состоящим из смеси соли (1–1,5 %), сахара (2–3 %) и ржаного солода (0,5–0,75 %). Консервирующий эффект достигается за счет молочнокислого брожения при участии *L. brevis* и спиртового брожения, вызванного дрожжами *Saccharomyces ellipsoideus*. В результате накапливается 0,6–1,5 % молочной кислоты, 0,8–1,8 % спирта.

Квашение капусты начинается с подготовки тары, гнета и самого сырья. На крупных предприятиях емкостями для квашения могут быть деревянные дощники на 10–20 т или железобетонные чаны вместимостью до 50 т. Емкости основательно готовят. Проверяют на течь, тщательно моют, окуривают сернистым ангидридом (SO_2), прогревают паяльной лампой, кистью наносят расплавленный парафин или смолку из канифоли и парафина. Выступы и трещины выравнивают. На предприятиях малой мощности используют бочки из разных листовых пород. Бочки новые замачивают, затем окуривают сернистым ангидридом, парафинируют или используют проверенные на герметичность вкладыши из полиэтиленовой пленки толщиной 150–200 мкм. Полиэтиленовые вкладыши применяют также при засоле капусты в контейнерах. Эта тара позволяет проводить вакуумное уплотнение капусты и перемещение емкостей, что способствует более четкому соблюдению температурного режима при ферментации и последующем хранении. Используют также полиэтиленовые бочки.

Гнет применяют самый разнообразный – хорошо промытый каменьебулыжник; при квашении в бочках или в дощниках – механический винтовой гнет.

Капуста для квашения требует специальной подготовки. Лучшей считается капуста средне- и позднеспелых сортов с плотными кочанами с белыми листьями, максимально возможное содержание сахаров (4–5 %). В капусте ранних сортов сахаров мало, поэтому она не рекомендуется для квашения. Кочаны

очищают от зеленых и поврежденных листьев, обрезают выступающую часть кочерыги и измельчают. Шинкуют полосками шириной не более 5 мм. Морковь столовую свежую, яблоки, ягоды, пряности также тщательно инспектируют, моют, сортируют и при необходимости измельчают.

Шинкованная капуста равномерно распределяется по всей емкости. По мере заполнения в емкость подаются морковь, соль, пряности и другие компоненты по рецептуре. Их перемешивают и уплотняют. При квашении в бочках компоненты смешивают в другой емкости, а в бочки размещают уже готовую смесь.

К капусте добавляют от 3 до 10 % моркови, 1,8–2,0 % соли. Можно добавлять до 8 % кисло-сладких яблок, до 10 % сладкого перца, до 3 % клюквы или брусники. Количество пряностей не должно превышать 0,1 %. Масса гнета не выше 8–10 % от массы сырья. После уплотнения капусты начинается процесс брожения. По окончании ферментации необходимо холодильное хранение при температуре 0 – минус 2 °С и высокой относительной влажности.

На качество могут влиять ряд внешних факторов. Прежде всего, необходимо строго следить за температурой. Оптимальная температура для развития микроорганизмов – около 30 °С. Но при этой температуре быстрее распадается аскорбиновая кислота, накапливается меньше ароматических веществ, ухудшается цвет капусты, может происходить накопление слизистых веществ и размягчение капусты. Поэтому придерживаются более низких температур. Соль способствует образованию рассола, что благоприятно влияет на развитие молочнокислых бактерий. Чаще всего при квашении добавляют 1,5–2,0 % соли. Кислород препятствует молочнокислому брожению. Молочнокислые бактерии являются факультативными анаэробами и микроаэрофилами, они могут жить и с доступом кислорода. Но кислород способствует развитию плесневых грибов и дрожжей, которые постепенно могут вытеснять молочнокислые бактерии, а образовавшуюся молочную кислоту использовать для своего питания. Присутствие дрожжей желательно лишь на первых этапах брожения, когда они образуют ароматические вещества и потребляют находящийся в капусте кислород. В последующем они, как и плесневые грибы, могут способствовать образованию дефектов.

Наиболее распространено консервирование засаливанием огурцов и томатов. Для засола используют самые различные емкости – деревянные бочки вместимостью 50 и 100 дм³ с полиэтиленовыми вкладышами или без них и полиэтиленовые бочки вместимостью до 100 дм³. Огурцы для засола берут мелкоплодные, с плотной мякотью и небольшими семенными камерами, зеленые, не перезревшие, выращенные в открытом грунте. Из пряностей применяют укроп, эстрагон, корни хрена и петрушки, зелень петрушки и сельдерея, перец сладкий, перец горький стручковый, перец черный, лавровый лист. Огурцы моют, сортируют по качеству и степени зрелости и калибруют по длине в соответствии с ГОСТ 1726–2019 «Огурцы свежие для промышленной переработки. Технические условия» на группы:

- до 90 мм включительно с отношением длины к наибольшему поперечному диаметру не менее 2,5;

- от 91 до 110 мм включительно, в наибольшем поперечном диаметре не более 50 мм;

- от 111 до 140 мм включительно, в наибольшем поперечном диаметре не более 50 мм.

Огурцы моют, замачивают в воде (30–40 мин) и раскладывают в тару вместе со специями. Наиболее распространена рецептура добавления пряностей, % от массы огурцов: укроп – 3; хрен – 0,5; чеснок – 0,3; перец стручковый горький свежий – 1,1; эстрагон – 0,5; листья петрушки и сельдерея – 0,5; листья черной смородины – 1; листья остальных пряных растений – 0,2. Рассол готовят с массовой концентрацией поваренной соли от 50 г/дм³ для мелких огурцов и до 80 г/дм³ – для крупных. При хранении огурцов в неохлаждаемых помещениях концентрацию заливочного рассола увеличивают на 10 г/дм³. Рассол фильтруют и разливают в заполненные сырьем емкости. При температуре 20–26 °С для накопления молочной кислоты до уровня 0,3–0,4 % достаточно 24 ч, а в охлаждаемых помещениях – не менее 48 ч. После предварительной ферментации доливают рассол, тару плотно закрывают, взвешивают, маркируют и отправляют на хранение. В процессе хранения ферментативные процессы медленно продолжают, и их длительность полностью зависит от температуры хранения. При температуре от 0 до 2 °С продолжительность ферментации составляет 40–60 сут, в неохлаждаемых (температура не выше 10 °С) она заканчивается уже через 15–30 сут. В рассоле накапливается 0,6 % молочной кислоты. Для сохранения качества соленых огурцов важно максимально замедлить дображивание. Необходимы два основных условия: температура около 0 °С и анаэробные условия. При брожении должны быть приняты все технологические меры, способствующие развитию молочнокислых бактерий – антагонистов гнилостных микроорганизмов.

Томаты (по ГОСТ 1725–2019 «Томаты свежие для промышленной переработки. Технические условия») для засола используют мелкокамерные, с плотной упругой мякотью. Допускается солить томаты разной степени зрелости (красные, розовые, бурые, молочные, зеленые), лучше всего подходят бурые и розовые. Технология засола томатов и огурцов одинакова за некоторыми особенностями. С томатами следует обращаться осторожнее, брожение у них протекает медленнее, чем в огурцах из-за присутствия соланина – ингибитора микрофлоры. Пряности при засолке используют в меньшем количестве, соль – в зависимости от стадии зрелости: для красных, молочной спелости и зеленых томатов – 70 г/дм³, розовых, бурых и мелких по размеру – 60 г/дм³. Как и для огурцов, при хранении в неохлаждаемых помещениях концентрацию соли в рассоле увеличивают на 10 г/дм³. При нарушении технологии консистенция может размягчаться до расползания из-за развития нежелательной микрофлоры, в случае присутствия кислорода воздуха развиваются плесневые грибы.

Кроме огурцов и томатов засаливают и целый ряд других овощей.

При мочении яблок консервирующий эффект достигается за счет совместного молочнокислого и спиртового брожения. Яблоки инспектируют, сортируют по качеству и размерам и моют. Тарой для моченых яблок служат дубовые бочки, выстланные изнутри слоем чистой, пропаренной ржаной соломы толщиной в 1–2 см, ею же перекладывают слои яблок. Солома смягчает давление вышележащих яблок на нижележащие, придает плодам особый аромат, вкус, цвет и предохраняет плоды от потемнения в местах соприкосновения с бочкой. Уложенные в бочки яблоки заливают раствором, содержащим 1–1,5 % поваренной соли, 2–3 % сахара, 0,5–0,75 % предварительно прокипяченного солода. Солод содержит амилазу, которая осахаривает содержащийся в яблоках крахмал. Вместо солода можно внести разведенную в воде ржаную муку, которая содержит этот фермент. Добавляют эстрагон, листья черной смородины или вишни, горчицу в порошке. Предварительная ферментация при 12–15 °С в течение 3–5 сут для накопления 0,3–0,4 % молочной кислоты. Окончательное дображивание при температуре минус 1–2 °С или в неохлаждаемых помещениях при 10–12 °С, яблоки готовы к употреблению соответственно через два и один месяц.

8.3. Задания и методические указания по их выполнению

Студенты для выполнения заданий разбиваются на группы по три-четыре человека и работают совместно.

Задание 8.3.1. Изучить справочно-теоретический материал по характеристике и способам производства квашеных, соленых и моченых овощей

Используя справочно-теоретический материал, усвоить, какие физические и биохимические процессы происходят при квашении и солении, какие молочнокислые организмы участвуют в процессе брожения, какие молочнокислые закваски используются для производства квашеных и соленых овощей, какие температурные условия необходимо соблюдать для получения качественных квашеных, соленых и моченых овощей. Записать указанные сведения в тетрадь для лабораторных работ.

Задание 8.3.2. В свежих овощах (капuste, моркови и огурцах) определить количество клетчатки

Методика определения клетчатки основана на гидролизе легкорастворимых углеводов растворами кислоты и щелочи с последующим их удалением, промывке и очистке нерастворившегося осадка.

Методические указания по проведению анализа

Навеску от 5 до 10 г измельченной средней пробы овощей взвесить на технических весах в конические колбы вместимостью 200–250 см³. Отмерить цилиндром 50 см³ 1,25%-ного раствора серной кислоты, которым залить пробы

в колбах. В течение 30 мин кипятить содержимое колб, после чего дать осесть осадку и осторожно декантировать жидкость, не трогая осадка, два-три раза осадок промыть водой, каждый раз осторожно сливая надосадочную жидкость. Затем добавить 50 см^3 1,25%-ного раствора гидроокиси натрия и снова кипятить 30 мин, после чего декантировать надосадочную жидкость, как указано выше, и промыть осадок 10 см^3 1,25%-ного раствора серной кислоты, а потом дважды небольшими порциями дистиллированной воды. После достижения нейтральной реакции (реакцию проверить пробой с фенолфталеином) перенести количественно осадок на сухой, предварительно взвешенный бумажный фильтр, высушить его при 105°C до постоянного веса и взвесить на аналитических весах. Содержание клетчатки вычислить в % к массе сырой навески.

Задание 8.3.3. В свежих овощах (капуста, морковь и огурцах) определить количества витамина С (аскорбиновой кислоты)

Приборы, химическая посуда: размельчитель тканей, гомогенизатор или фарфоровая ступка с пестиком, весы аналитические и теххимические, мерная колба вместимостью 100 см^3 , воронка, фильтр, четыре стаканчика или конические колбы вместимостью $50\text{--}100 \text{ см}^3$, стеклянная палочка, пипетки на 1 и 2 см^3 , 2 цилиндра вместимостью 25 см^3 , микробюретка.

Реактивы:

- 1) 2%-ный раствор соляной кислоты HCl ;
- 2) 1%-ный раствор йодистого калия KIO_3 ;
- 3) 0,5% -ный раствор крахмала;
- 4) $0,001 \text{ моль/дм}^3$ раствор йодата калия KIO_3 , который при отсутствии стандарт-титра готовится из маточного $0,01 \text{ моль/дм}^3$ раствора. Для приготовления маточного $0,01 \text{ моль/дм}^3$ раствора йодата калия берется навеска $0,3568 \text{ г}$ йодата калия, предварительно высушенного в течение 3 ч при 100°C , растворяется в воде в мерной колбе на 1000 см^3 . В день проведения анализа необходимо приготовить раствор $0,001 \text{ моль/дм}^3$ йодата калия для титрования. Для этого 100 см^3 маточного раствора перенести в мерную колбу вместимостью 1000 см^3 и довести объем дистиллированной водой до метки. 1 см^3 $0,001 \text{ моль/дм}^3$ раствора йодата калия соответствует $0,088 \text{ мг}$ аскорбиновой кислоты.

Методические указания по определению витамина С

1 г гомогената или растертых в ступке плодов перенести в мерную колбу вместимостью 100 см^3 , довести водой до метки, профильтровать через складчатый фильтр в сухую колбу или стакан (в случае использования водной фазы после центрифугирования смеси гомогената и хлороформа фильтрование не проводят). Отобрать в конические колбы вместимостью 100 см^3 20 см^3 фильтрата, долить 1 см^3 2%-ной соляной кислоты, $0,5 \text{ см}^3$ 1%-ного раствора йодистого калия и 2 см^3 0,5%-ного раствора крахмала. Смесь перемешать и титровать из микробюретки $0,001 \text{ моль/дм}^3$ раствором йодата калия до устойчивого синего окрашивания.

Параллельно провести контрольное титрование (вместо 20 см³ фильтрата взять 20 см³ дистиллированной воды).

Содержание аскорбиновой кислоты вычислить по формуле:

$$X = \frac{(C_3 - C_4) \cdot 0,088 \cdot C_1 \cdot 100}{H \cdot C_2},$$

где X – содержание аскорбиновой кислоты, мг на 100 г; % C₃ – количество, (см³) 0,001 моль/дм³ раствора йодата калия, израсходованное на титрование опытного образца; C₄ – количество, (см³) 0,001 моль/дм³ раствора йодата калия, израсходованное на титрование контрольного образца; C₁ – общий объем вытяжки, см³; C₂ – объем вытяжки, взятой на титрование, см³; H – масса навески исследуемой пробы, г.

Задание 8.3.4. В свежих огурцах, капусте и моркови определить титруемую кислотность

Определение титруемой кислотности проводится в соответствии с ГОСТ ISO 750–2013 Межгосударственный стандарт «Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности».

Приборы и оборудование: титровальная установка; пипетки на 10 см³; коническая колба вместимостью 100–150 см³; мерный цилиндр на 50 см³.

Реактивы:

- 1) 0,1 моль /дм³ раствор гидроокиси натрия;
- 2) 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина.

Методические указания по проведению анализа

Титруемой кислотностью называют количество свободных жирных кислот и их кислых солей, содержащихся в растительном продукте. Определение кислотности методом титрования основано на способности щелочи количественно нейтрализовать находящиеся в водной вытяжке из продукта свободные кислоты и их кислые соли.

Навеску 25 г из средней измельченной пробы свежих капусты, огурцов и моркови взвесить на технических весах и без потерь перенести в мерные колбы вместимостью 250 см³ горячей дистиллированной водой (80 °С), заполняя колбу на ³/₄ объема. Содержимое колб хорошо перемешать и поместить на водяную баню, нагретую до 80–85 °С, периодически встряхивая колбу. По истечении времени настаивания (0,5 ч) содержимое колб охладить до комнатной температуры, довести до метки и тщательно перемешать.

Полученные вытяжки профильтровать через складчатые фильтры, отобрать 50 см³ фильтрата пипеткой или цилиндром в конические колбы и добавить индикатор (3–5 капель 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина или тимолфталеина для окрашенных растворов) и титровать 0,1 моль /дм³ раствором гидроокиси натрия.

Титруемую кислотность X (в %) вычислить по формуле:

$$X = \frac{100 \cdot V \cdot K \cdot V_1}{m \cdot V_2},$$

где V – количество точно 0,1 моль /дм³ раствора гидроокиси натрия, израсходованного на титрование, см³; K – коэффициент для пересчета на молочную кислоту (0,0060); V₁ – объем вытяжки из навески исследуемого продукта, см³; V₂ – количество фильтрата, взятого для титрования, см³; m – масса навески или объем исследуемого продукта, г или см³.

Титруемую кислотность рассчитывают в пересчете на яблочную, молочную и уксусную кислоту. В данном случае сделать пересчет на молочную кислоту. Полученные результаты занести в таблицу 8.3.1.

Таблица 8.3.1 – Физико-химические показатели свежих капусты, огурцов и моркови

Наименование показателя	Значение показателей для свежих		
	капусты	огурцов	моркови
Массовая доля клетчатки, %			
Массовая доля титруемых кислот (в пересчете на молочную кислоту), %			
Массовая доля витамина С, мг на 100 г			

Задание 8.3.5. Приготовить экспериментальные образцы квашеной капусты и соленых огурцов

8.3.5.1. Методические указания по посолу капусты

Нашинкованную капусту взвесить, смешать с измельченной морковью и солью и заложить в стеклянные банки, плотно утрамбовывая до выделения из капусты сока. Количество измельченной моркови от 3 до 10 % от массы капусты, поваренной соли – 1,8–2,0 % от массы капусты (таблица 8.3.2).

Таблица 8.3.2 – Массы компонентов для изготовления квашеной капусты

Компоненты	Масса компонентов, % от массы измельченной капусты	Масса компонентов, г
Нашинкованная капуста	100,0	
Измельченная морковь	3,0–10,0	
Соль пищевая	1,8–2,0	
Другие компоненты (если используются)		
Масса капусты с солью и компонентами, г		

Подготовленную капусту поместить для созревания при температуре 4–6 °С. В первые 3–4 сут проводить прокалывание уплотненной капусты для выпускающего газа, способного придать капусте неприятный запах и горький вкус, размягчить консистенцию.

8.3.5.2. Методические указания по посолу огурцов

Огурцы тщательно вымыть, рассортировать по качеству и степени зрелости и калибровать по длине на соответствующие группы в соответствии с ГОСТ 1726-2019. «Межгосударственный стандарт. Огурцы свежие для промышленной переработки. Технические условия».

Огурцы замочить в воде (на 30–40 мин), взвесить и разложить в стеклянные банки или другую тару вместе со специями в соответствии с рецептурой (таблица 8.3.3). Наиболее часто добавляют следующие пряности, % от массы огурцов: укроп – 3; хрен – 0,5; чеснок – 0,1; перец стручковый горький свежий – 1,1; эстрагон – 0,5; листья петрушки и сельдерея – 0,5; листья черной смородины – 1,0; листья остальных пряных растений – 9,2. Массы израсходованных огурцов и компонентов занести в таблицу 8.3.3.

Одновременно приготовить рассол с массовой концентрацией поваренной соли 50 г/дм³, довести до кипения и охладить до комнатной температуры. Приготовленным рассолом залить огурцы до полного их покрытия.

Таблица 8.3.3 – Массы компонентов для изготовления соленых огурцов

Компоненты	Масса компонентов, % от массы огурцов	Масса компонентов, г
Огурцы свежие	100,0	
Укроп	3,0	
Хрен	0,5	
Чеснок свежий	0,1	
Перец стручковый горький свежий	1,1	
Листья черной смородины	1,0	
Другие пряные растения		
Рассол с массовой концентрацией поваренной соли 50 г/дм ³ , г		
Суммарная масса огурцов, пряностей и рассола	-	

Подготовленные огурцы поместить для созревания при температуре 4–6 °С. Массы израсходованных огурцов и компонентов занести в таблицу 8.3.3.

Задание 8.3.6. Исследовать качество экспериментальных образцов капусты квашеной и огурцов соленых

Оценку качества проводить в соответствии с ГОСТ 34220–2017 «Овощи соленые и квашеные. Общие технические условия». Начинают ее с внешнего осмотра тары, проверяют правильность маркировки, плотность укладки (огурцов), наличие рассола (сока) и затем определяют другие показатели качества по ГОСТ 34129–2017 Межгосударственный стандарт. «Овощи соленые и квашеные, фрукты соленые и моченые. Правила приемки, отбора и подготовки проб».

Органолептические показателей, массы нетто и массовых долей составных частей определять в соответствии с ГОСТ 8756.1–2017 Межгосударственный стандарт «Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Методы

определения органолептических показателей, массовой доли составных частей, массы нетто или объема».

8.3.6.1. Определить массовые доли составных частей в квашеной капусте и соленых огурцах

Квашеную капусту и соленые огурцы взвесить вместе с тарой. Для определения массы нетто продукции из полученных результатов вычесть массу тары. Рассчитать массовые доли квашеной капусты и ее сока, в процентах к массе капусты квашеной вместе с ее соком, соленых огурцов и рассола, пряностей, в процентах к массе соленых огурцов вместе с рассолом и пряными растениями. Результаты занести в таблицу 8.3.4.

Таблица 8.3.4 – Массовые доли составных частей в квашеной капусте и соленых огурцах

Образцы	Масса продукта с рассолом, г	Масса продукта (капусты или огурцов)		Масса рассола		Масса пряных растений (сумма)	
		г	% от массы огурцов с рассолом и пряными растениями или капусты с соком	г	% от массы огурцов с рассолом и пряными растениями или капусты с соком	г	% от массы огурцов с рассолом и пряными растениями или капусты с соком
Капуста квашеная							
Огурцы соленые							

8.3.6.2. Произвести органолептическую оценку качества экспериментальных образцов квашеной капусты и соленых огурцов

8.3.6.2.1. Произведите органолептическую оценку капусты квашеной

Органолептическую оценку производить в соответствии с требованиями ГОСТ 8756.1–2017. Межгосударственный стандарт «Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Методы определения органолептических показателей, массовой доли составных частей, массы нетто или объема». По органолептическим показателям квашеная капуста и соленые огурцы должны соответствовать требованиям ГОСТ 34220–2017 «Овощи соленые и квашеные. Общие технические условия», приведенным в таблицах 8.3.5 и 8.3.6.

Таблица 8.3.5 – Органолептические показатели квашеной капусты (в соответствии с требованиями ГОСТ 34220–2017)

Наименование показателя	Характеристика квашеной капусты	
	в соответствии с требованиями ГОСТ 34220–2017	экспериментальные данные
1	2	3
Внешний вид	Капуста – равномерно нашинкованная полосками не шире 5 мм или нарезанная в виде кусочков различной формы не более 12 мм в наибольшем измерении, без крупных кусков Морковь, свекла, перец и другие компоненты – нашинкованные или нарезанные соломкой шириной 3–5 мм или кружочками толщиной не более 3 мм и диаметром 40 мм Овощные и/или фруктовые компоненты и пряности – равномерно распределены	
Вкус и запах	Характерный для квашеных овощей солоновато-кисловатый вкус с запахом и вкусом добавленных пряностей	
Цвет	Светло-соломенный с желтоватым оттенком. В капусте с приправами и пряностями могут быть оттенки, зависящие от цвета добавленных приправ и пряностей	
Консистенция	Упругая, плотная, хрустящая	
Характеристика рассола	Мутноватый, приятного аромата, солоновато-кисловатого вкуса, более выразительного, чем квашеных овощей	

Внешний вид. Капуста должна быть равномерно измельченной. Для шинкованной капусты ширина полосок не более 5 мм, для рубленой – длина кусочков в наибольшем измерении не должна превышать 12 мм. Пряности и приправы равномерно распределены, размер в соответствии с требованиями стандарта. Сок квашеной капусты должен быть слегка мутноватый.

Консистенция. Квашеная капуста должна иметь сочную, упругую, хрустящую консистенцию.

Цвет. Светло-соломенный с желтоватым оттенком.

Запах и вкус. Квашеная капуста должна иметь запах, свойственный продукту, вкус кисловато-соленый без горечи. Вкус рассола более кислый.

8.3.6.2.2. Произвести органолептическую оценку соленых огурцов

По органолептическим показателям огурцы соленые должны соответствовать требованиям ГОСТ 34220–2017 «Овощи соленые и квашеные», приведенным в таблице 8.3.6.

Таблица 8.3.6. – Органолептические показатели огурцов соленых (в соответствии с ГОСТ 34220–2017)

Наименование показателя	Характеристика соленых огурцов	
	в соответствии с требованиями ГОСТ 34220–2017	экспериментальные данные
1	2	3
Внешний вид	Огурцы целые, соответствующие данному ботаническому сорту, одного размерного ряда в одной упаковочной единице, формы и окраски, свойственной данному ботаническому сорту, не мятые, не пожелтевшие, без кожистых семян, не увядшие, не сморщенные, без механических повреждений	
Вкус и запах	Зеленовато-оливковый разных оттенков, без пятен и ожогов	
Консистенция	Крепкая, мякоть плотная, с недоразвитыми водянистыми, некожистыми семенами, полностью пропитанная рассолом, хрустящая	
Характеристика рассола	Мутноватый, приятного аромата, солоновато-кисловатого вкуса, более выраженного, чем соленых овощей	

Внешний вид. Огурцы целые, не мятые, не сморщенные, без механических повреждений, определенного хозяйственно-ботанического сорта. Огурцы должны быть правильной удлиненной формы. Допускаются не более 5 % по массе плоды с легкой морщинистостью и искривлениями, не уродующими форму.

Консистенция. Плоды крепкие, имеют плотную хрустящую мякоть с недоразвитыми водянистыми некожистыми семенами, пропитанную рассолом.

В каждой единице упаковки допускаются огурцы с внутренними пустотами (в % по массе) – не более 3.

Вкус и запах. Характерные для соленого продукта с привкусом пряностей, без посторонних привкусов и запахов.

Цвет. Плоды зеленовато-оливкового цвета разных оттенков, без пятен и ожогов.

Соленые огурцы должны иметь длину – не более 140 мм, диаметр в наибольшем поперечном сечении – не более 50 мм. Отношение длины к наибольшему поперечному диаметру не менее 2,5. В единице упаковки допускаются для огурцов одной группы плоды с отклонениями по размеру смежной группы не более 5 % по массе.

Допускается для соленых огурцов содержание плодов в каждой размерной группе с отклонениями по длине не более 3 мм, т. е. не более 10 % от массы.

Допускаются соленые огурцы с внутренними пустотами в одной упаковочной единице (только для огурцов от 111 до 140 мм) – не более 10 % от массы. Массовая доля огурцов от массы нетто (массы огурцов и рассола), после свободного стекания рассола, %, не менее 50 % .

Рассол. Рассол должен иметь приятный аромат, солоновато-кислый вкус, более острый, чем у огурцов. Не допускаются плесень и загрязнение рассола.

Результаты органолептической оценки квашеных и соленых овощей занести в таблицу 8.3.6

Задание 8.3.7. В квашеной капусте, ее соке, соленых огурцах и их рассоле определить физико-химические показатели

К физико-химическим показателям относятся: соотношение массовых долей составных частей в квашеной капусте и соленых огурцах, массовая доля хлоридов в рассоле и овощах, %, массовая доля титруемых кислот в рассоле и овощах (в пересчете на молочную кислоту), %, наличие минеральных и посторонних примесей. Определите содержание составных частей, клетчатки и витамина С в квашеной капусте.

8.3.7.1. В квашеной капусте с соком, соленых огурцах с рассолом определить массовые доли составных частей

Требования к массовым долям составных частей соленых и квашеных овощей в соответствии с ГОСТ 34220–2017 приведены в таблице 8.3.7.

Таблица 8.3.7 – Массовые доли составных частей соленых огурцов (в соответствии с ГОСТ 34220–2017)

Наименование показателя	Значение показателей по ГОСТ 34220–2017 «Овощи соленые и квашеные. Общие технические условия» и экспериментальных образцов			
	для капусты квашеной		для огурцов соленых	
	в соответствии с ГОСТ 34220–2017	экспериментальные значения	в соответствии с ГОСТ 34220–2017	экспериментальные значения
1	2	3	4	5
Масса соленых огурцов с тарой и рассолом				
Масса тары, г				
Масса нетто соленых огурцов и рассола, г				
Масса нетто соленых огурцов, г				
Масса квашеной капусты с тарой и соком, г				
Масса тары, г				
Масса нетто квашеной капусты с соком, г				

1	2	3	4	5
Массовая доля огурцов от массы нетто (массы огурцов и рассола) после свободного стекания рассола, %, не менее	-	-	50	
Массовая доля квашеной капусты от массы нетто капусты и сока (после свободного стекания рассола), %, не менее:	Для шинкованной – 88,0, рубленной – 85,0			
Массовая доля пряностей от массы нетто, указанной на этикетке, % не менее: для соленых огурцов для квашеной капусты	Не нормируется		2,5	
Наличие минеральных и посторонних примесей	Не допускается		Не допускается	

Результаты занести в таблицу 8.3.7.

8.3.7.2. Определите массовые доли титруемых кислот в рассоле от огурцов и в соке квашеной капусты

10 см³ профильтрованного рассола от огурцов (или сока капусты квашеной) перенести в коническую колбу, прилить 50 см³ дистиллированной воды, две-три капли фенолфталеина и титровать 0,1 моль/дм³ раствором гидроокиси натрия до слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 3 мин.

8.3.7.3. Определите массовые доли титруемых кислот в измельченных овощах

Измельченную навеску 10 г из средней пробы соленых огурцов и квашеной капусты взвесить на технических весах и без потерь перенести в мерные колбы вместимостью 250 см³ горячей дистиллированной водой (80 °С), заполнив ³/₄ объема колб. Содержимое колб хорошо перемешать и колбы поместить на водяную баню, нагретую до 80–85 °С, периодически встряхивая колбы. По истечении времени настаивания (0,5 ч) содержимое колб охладить до комнатной температуры, довести до метки и тщательно перемешать.

Полученные вытяжки профильтровать через складчатый фильтр, отобрать по 50 см³ фильтрата пипеткой или цилиндром в коническую колбу, добавить индикатор (три-пять капель 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина или тимолфталеина для окрашенных растворов) и титровать 0,1 моль/дм³ раствором гидроокиси натрия до появления розовой окраски, не исчезающей в течение 3 мин.

Титруемую кислотность X (в %) вычислить по формуле:

$$X = \frac{100 \cdot V \cdot K \cdot V_1}{m \cdot V_2},$$

где V – количество точно 0,1 моль/дм³ раствора гидроокиси натрия, израсходованного на титрование, см³; K – коэффициент для пересчета на молочную кислоту (0,0060); V_1 – объем вытяжки, приготовленной из навески продукта, см³; V_2 – количество фильтрата, взятого для титрования, см³; m – масса навески продукта, г.

Результаты занести в таблицу 8.3.8.

8.3.7.4. Проверить наличие в образцах минеральных и посторонних примесей

Результаты занести в таблицу 8.3.8.

Таблица 8.3.8 – Физико-химические показатели квашеной капусты и соленых огурцов

Наименование показателя	Значение показателей			
	для капусты квашеной		для огурцов соленых	
	в соответствии с ГОСТ 34220–2017	экспериментальные значения	в соответствии с ГОСТ 34220–2017	экспериментальные значения
Массовая доля хлоридов в рассоле, %	1,2–2,0		2,5–3,5	
Массовая доля хлоридов в овощах, %	1,2–2,0		2,5–3,5	
Массовая доля титруемых кислот в рассоле и соке от капусты (в пересчете на молочную кислоту), %	0,7–1,5		0,6–1,2	
Массовая доля титруемых кислот (в пересчете на молочную кислоту), %	0,7–1,5		0,6–1,2	
Минеральные и посторонние примеси	Не допускаются		Не допускаются	

Задание 8.3.8. Определить массовые доли хлоридов в рассолах квашеной капусты и соленых огурцов argentometricким методом по Мору

Сущность метода

Метод Мора основан на титровании ионов хлора рассола или водной вытяжки из исследуемого продукта после нейтрализации титрованным раствором

азотнокислого серебра в присутствии в качестве индикатора хромовокислого калия (хромата калия).

Аппаратура, материалы и реактивы:

Мясорубка бытовая.

Электромясорубка.

Весы лабораторные технические.

Капельница.

Бюретка вместимостью 25 см³.

Цилиндр вместимостью 5–10 см³.

Стакан химический вместимостью 200–250 см³.

Колба коническая вместимостью 100 или 200 см³.

Бумага фильтровальная.

Вода дистиллированная.

Серебро азотнокислое 0,05 моль/дм³ раствор.

Калий хромовокислый х.ч. или ч.д.а., 10%-ный раствор.

Методические указания по определению хлоридов

Рассол огурцов или сок квашеной капусты перед определением предвзвешенно профильтровать через бумажный фильтр.

5 см³ рассола огурцов или сока квашеной капусты поместить в коническую вместимостью 200 см³, добавить к ним 100 см³ дистиллированной воды и перемешать. 10 см³ разбавленного рассола или сока от капусты перенести в коническую колбу вместимостью 100 см³ и титровать из бюретки 0,05 моль/дм³ раствором азотнокислого серебра в присутствии 0,5 см³ раствора хромовокислого калия до появления оранжевого окрашивания.

Пробы квашеной капусты или соленых огурцов для анализа измельчить на мясорубке с диаметром отверстий решетки 3-5 мм и тщательно перемешать.

5 г измельченной средней пробы овощей (квашеной капусты или соленых огурцов) взвесить в химическом стакане с точностью до ±0,01 г и добавить к ним 100 см³ дистиллированной воды. Через 10 мин настаивания (при периодическом перемешивании стеклянной палочкой) водную вытяжку из овощей профильтровать через бумажный фильтр.

5–10 см³ фильтрата пипеткой или цилиндром перенести в коническую колбу вместимостью 100 см³ и титровать из бюретки 0,05 моль/дм³ раствором азотнокислого серебра в присутствии 0,5 см³ раствора хромовокислого калия до появления оранжевого окрашивания.

Содержание хлоридов (X) в процентах вычислить по формуле

$$X = \frac{0,00292 \cdot K \cdot V \cdot 100 \cdot 100}{V_1 \cdot G},$$

где 0,00292 – количество хлоридов (хлористого натрия), эквивалентное 1 см³ 0,05 моль/дм³ раствора азотнокислого серебра, г; K – поправка к титру 0,05 моль/дм³ раствора азотнокислого серебра; V – количество 0,05 моль/дм³

раствора азотнокислого серебра, израсходованного на титрование испытуемого раствора, см^3 ; V_1 – количество рассола или водной вытяжки, взятое для титрования, см^3 ; G – масса навески, г измельченных овощей или объем рассола, см^3 , взятых для определения массовой доли хлоридов; 100 – количество дистиллированной воды, взятой для разбавления рассола или сока капусты и для извлечения ионов хлора из измельченных овощей. Полученные результаты занести в таблицу 8.3.7.

Задание 8.3.9. Определение качества квашеной капусты и соленых огурцов промышленной выработки по органолептическим и физико-химическим показателям

В промышленности отбирают средний образец, затем из него выделяют исходный образец, который и исследуют. Отбор проб для определения органолептических и физико-химических показателей проводят в соответствии с ГОСТ 34129-2017. Межгосударственный стандарт «Овощи соленые и квашеные, фрукты соленые и моченые. Правила приемки, отбор и подготовка проб».

Контроль упаковки и маркировки проводят путем осмотра внешнего состояния упаковки и маркировочного текста на этикетке, определяя их соответствие требованиям документов на конкретные наименования продуктов.

При осмотре отмечают наличие этикетки, содержание надписи на этикетке, проверяют целостность и состояние упаковочного материала, качество транспортной упаковки, а также дефекты упаковки: повреждения, вмятины, разрывы, увлажнения, наличие загрязнений и плесени. У потребительской упаковки отмечают дополнительно деформацию, дефекты заделки упаковочного материала и крышек на полимерной упаковке.

Массовую долю капусты (после свободного стекания сока) от массы нетто, указанной на этикетке, определить в соответствии с ГОСТ 8756.1–2017.

Органолептически капусту квашеную и огурцы соленые оценивать по внешнему виду, консистенции, цвету, запаху, вкусу (ГОСТ 34220–2017 «Овощи соленые и квашеные. Общие технические условия») в соответствии с заданием 8.3.6.2.

Задание 8.3.10. Определение физико-химических показателей квашеной капусты и соленых огурцов промышленной выработки

Определите соотношение массовых долей составных частей в квашеной капусте и соленых огурцах, в % от массы нетто, указанной на этикетке, в соответствии с ГОСТ 8756.1–2017; содержание хлоридов в соленых огурцах и в рассоле, в капусте квашеной и ее соке (аргентометрическим титрованием по методу Мора), общую титруемую кислотность (в пересчете на молочную кислоту), содержание клетчатки и аскорбиновой кислоты (в квашеной капусте).

8.3.10.1. Определите соотношение массовых долей составных частей в квашеной капусте и соленых огурцах промышленной выработки

Квашеную капусту и огурцы взвесить, определить массу нетто, отделить и взвесить рассол от огурцов и сок от квашеной капусты, по разности найти массу нетто капусты и огурцов и определить их массовые доли, в % от массы огурцов с рассолом и капусты с соком.

Таблица 8.3.9 – Массовые доли капусты или огурцов, рассола и пряных растений в образцах промышленной выработки

Образцы	Масса продукта с рассолом, г	Масса продукта (капусты или огурцов)		Масса рассола		Массовая доля пряных растений (сумма)	
		г	% от массы огурцов с рассолом и пряными растениями или капусты квашеной с соком	г	% от массы огурцов с рассолом и пряными растениями или капусты с рассолом	г	% от массы огурцов с рассолом и пряными растениями или капусты с соком
Капуста квашеная							
Огурцы соленые							

Массовая доля рассола от общей массы огурцов с рассолом и пряными растениями должна составлять не более 45 %. Рассол должен иметь приятный аромат, солоновато-кислый вкус, более острый, чем у огурцов. Не допускаются плесень и загрязнение рассола. Результаты занести в таблицу 8.3.9.

Задание 8.3.11. Произвести органолептическую оценку квашеной капусты и соленых огурцов промышленной выработки

Органолептически капусту квашеную и огурцы соленые оценивать по внешнему виду, консистенции, цвету, запаху, вкусу (таблица 8.3.10).

Таблица 8.3.10 – Органолептические показатели квашеной капусты и огурцов соленых промышленной выработки

Наименование показателя	Органолептические показатели	
	в соответствии с требованиями ГОСТ 34220- 2017 «Овощи соленые и квашеные. Общие технические условия»	капусты квашеной и огурцов соленых промышленной выработки
1	2	3
Внешний вид	Капуста – равномерно нашинкованная полосками не шире 5 мм или нарезанная в виде кусочков различной формы не более 12 мм в наибольшем измерении. Морковь, свекла, перец и другие компоненты – нашинкованные или нарезанные соломкой шириной 3–5 мм или кружочками толщиной не более 3 мм и диаметром 40 мм. Овощные компоненты и пряности - равномерно распределены в квашеной капусте	

1	2	3
	Огурцы – целые, соответствующие данному ботаническому сорту, одного размерного ряда в одной упаковочной единице, формы и окраски, свойственной данному ботаническому сорту, не мятые, не пожелтевшие, без кожистых семян, не увядшие, не сморщенные, без механических повреждений	
Вкус и запах	Характерный для соленых или квашеных овощей солоновато-кисловатый вкус с запахом и вкусом добавленных пряностей	
Цвет	Капусты – светло-соломенный с желтоватым оттенком. В капусте с приправами и пряностями могут быть оттенки, зависящие от цвета добавленных приправ и пряностей. Огурцов – зеленовато-оливковый разных оттенков, без пятен и ожогов	
Консистенция	Капусты – упругая, плотная, хрустящая. Огурцов – крепкая, мякоть плотная, с недоразвитыми водянистыми, некожистыми семенами, полностью пропитанная рассолом, хрустящая	
Характеристика рассола и сока квашеной капусты	Мутноватый, приятного аромата, солоновато-кисловатого вкуса, более выраженного, чем соленых и квашеных овощей	

Результаты органолептической оценки занести в таблицу 8.3.10.

Задание 8.3.12. В образцах квашеной капусты, соленых огурцов промышленной выработки определить массовые доли хлоридов, массовые доли титруемых кислот, массовые доли клетчатки

Для этих исследований капусту и огурцы тщательно измельчить.

Содержание хлоридов в соленых огурцах и квашеной капусте, рассолах от капусты и огурцов определите методом амперометрического титрования по Мору в соответствии с методикой, изложенной в задании 8.3.8. Результаты занесите в таблицу 8.3.11

Массовые доли титруемых кислот (титруемую кислотность) в соленых огурцах и квашеной капусте, рассоле от огурцов и соке от квашеной капусты промышленной выработки определите в соответствии с методикой, представленной в задании 8.3.7.2 (для рассола от огурцов и для сока от квашеной капусты) и в задании 8.3.7.3 (для измельченных соленых огурцов и квашеной капусты).

Таблица 8.3.11 – Физико-химические показатели квашеной капусты и соленых огурцов промышленной выработки

Наименование показателя	Значение показателей			
	для капусты квашеной		для огурцов соленых	
	в соответствии с ГОСТ 34220–2017	промышленной выработки	в соответствии с ГОСТ 34220–2017	промышленной выработки
Массовая доля хлоридов в рассоле, в %	1,2–2,0		2,5–3,5	
Массовая доля хлоридов в овощах, в %	1,2–2,0		2,5–3,5	
Массовая доля титруемых кислот в рассоле от огурцов и соке от капусты квашеной (в пересчете на молочную кислоту), %	0,7–1,5		0,6–1,2	
Массовая доля титруемых кислот в овощах - огурцах соленых или капусте квашеной (в пересчете на молочную кислоту), %	0,7–1,5		0,6–1,2	
Минеральные и посторонние примеси	Не допускаются		Не допускаются	

Задание 8.3.13. Сравнить физико-химические показатели свежих овощей, квашеной капусты и соленых огурцов, рассолов от огурцов и сока от квашеной капусты в образцах экспериментальных и промышленной выработки. Сделать выводы по проделанной работе

Результаты занесите в таблицу 8.3.12.

Таблица 8.3.12 – Содержание клетчатки, титруемых кислот, хлорида натрия и аскорбиновой кислоты в образцах свежих огурцов, капусты и моркови, соленых огурцов и капусты квашеной, рассолов в образцах овощей, полученных в результате экспериментов и промышленной выработки

Образцы	Титруемая кислотность, % молочной кислоты	Количество клетчатки, %	Количество аскорбиновой кислоты, мг на 100 г	Количество хлорида натрия, %
1	2	3	4	5
Огурцы свежие				-
Капуста свежая				-
Морковь свежая				-
Огурцы после посола (экспериментальные данные)			-	

1	2	3	4	5
Рассол после посола огурцов (экспериментальные данные)		-	-	
Капуста после квашения (экспериментальные данные)				
Рассол от капусты после квашения – экспериментальные данные)		-	-	
Огурцы соленые (промышленной выработки)		-	-	
Рассол от огурцов промышленной выработки		-	-	
Капуста квашеная (промышленной выработки)		-	-	
Рассол от квашеной капусты (промышленной выработки)		-	-	

По показателям безопасности квашеные, соленые и моченые овощи и плоды должны соответствовать требованиям государственных стандартов, Технического Регламента Таможенного Союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», Технических Регламентов на консервированную растительную продукцию.

Рекомендуемая литература

1. Иванова, Л. А. Пищевая биотехнология: учеб. пособие: в 2 кн. / Л. А. Иванова, Л. И. Войно. – Москва: КолосС, 2008. – Кн. 2. Переработка растительного сырья. – 472 с.
2. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник / О. А. Неверова [и др.]. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 318 с.
3. ГОСТ 33494–2015 «Капуста белокочанная свежая для промышленной переработки. Технические условия».
4. ГОСТ 1726–2019 Межгосударственный стандарт «Огурцы свежие для промышленной переработки. Технические условия».
5. ГОСТ 1725–2019 «Томаты свежие для промышленной переработки. Технические условия».
6. ГОСТ 33540–2015 Межгосударственный стандарт. «Морковь столовая свежая для промышленной переработки. Технические условия».
7. ГОСТ ISO 750–2013 Межгосударственный стандарт. «Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности».
8. ГОСТ 34220–2017 «Овощи соленые и квашеные. Общие технические условия».
9. ГОСТ 34129–2017 Межгосударственный стандарт. «Овощи соленые и квашеные, фрукты соленые и моченые. Правила приемки, отбор и подготовка проб».

10. ГОСТ 18242–72 «Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку. Правила контроля».
11. ГОСТ 8756.1–2017 Межгосударственный стандарт «Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Методы определения органолептических показателей, массовой доли составных частей, массы нетто или объема».
12. ГОСТ 26186–84 Межгосударственный стандарт «Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Методы определения хлоридов».
13. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Вопросы для самопроверки

1. Назовите современные направления технологии консервирования плодов, овощей и ягод методами брожения.
2. Назовите, что является консервирующими факторами при производстве квашеных, соленых и моченых овощей и плодов.
3. Какие физические и биохимические процессы происходят при производстве квашеных, соленых и моченых овощей и плодов?
4. Назовите виды микроорганизмов, осуществляющих процессы брожения при производстве квашеных, соленых и моченых овощей и плодов.
5. Какие требования предъявляются к качеству квашеных, соленых и моченых овощей и плодов?
6. Назовите, какие физико-химические показатели определяются при оценке качества квашеных, соленых и моченых овощей и плодов.
7. В чем различия технологических процессов квашения, соления и мочения при переработке плодов и овощей?
8. В каких нормативных документах содержатся требования к сырью и основным показателям качества квашеных, соленых и моченых овощей и плодов.
9. В каких нормативных документах содержатся требования к безопасности квашеных, соленых и моченых овощей и плодов?

Лабораторная работа № 9

Тема: ПОЛИСАХАРИДЫ ГИДРОБИОНТОВ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИСАХАРИДОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВОДОСВЯЗЫВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СЫРЬЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Цель работы: приобретение знаний, умений и навыков по биотехнологии использования полисахаридов гидробионтов для повышения водосвязывающей способности белковых систем сырья животного происхождения.

Задачи:

- закрепление знаний в области характеристики сырья водного происхождения для получения полисахаридов;
- приобретение умений описания потребительских свойств отдельных видов полисахаридов из гидробионтов;
- закрепление знаний химического состава полисахаридов гидробионтов;
- закрепление знаний о способах извлечения полисахаридов из гидробионтов;
- приобретение навыков испытания в лабораторных условиях водоудерживающих и гелеобразующих свойств полисахаридов.

9.1. Материально-техническое обеспечение

- Государственные стандарты и технические регламенты на полисахариды гидробионтов.
- Справочно-теоретический материал по характеристике полисахаридов и отдельных процессов производства полисахаридов из гидробионтов.
- Агар, каррагинаны, альгиновые кислоты и альгинаты, хитозан для выполнения экспериментальных заданий по определению растворимости и гелеобразующих свойств полисахаридов.
- Лабораторное оборудование для проведения экспериментальных технологических работ.
- Лабораторное оборудование, измерительные приборы и реактивы для определения показателей качества полисахаридов из гидробионтов.

9.2. Справочно-теоретический материал

9.2.1. Виды и способы приготовления полисахаридов из водорослей и панцирей ракообразных

Полисахариды составляют основную массу органического вещества на нашей планете, на их долю приходится бóльшая часть сухого вещества как высших наземных растений, так и водорослей. Живыми организмами производятся десятки миллиардов тонн полисахаридов в год. Водорослевые полисахара-

риды, составляющие в ряде случаев до 80% сухой массы водорослей, по своему строению существенно отличаются от полисахаридов наземных растений, что обусловлено специфическими условиями обитания водорослей.

Полисахариды морских водорослей являются как структурным материалом (скелетные полисахариды), так и своеобразным энергетическим запасом (резервные полисахариды), легко превращаются в моносахариды, служащие непосредственным источником энергии. Наряду с обычной целлюлозой, участвующей в построении клеточных стенок, морские водоросли содержат различные количества водорослевых слизей, или водорослевых коллоидов, также входящих в состав их клеточных стенок и межклеточного вещества. Примерами таких коллоидов могут служить агар, каррагинан и альгиновая кислота, являющиеся скелетными полисахаридами водорослей.

Полисахариды используются в качестве загустителей. На загустители пищевых продуктов существует ГОСТ 33310–2015 Межгосударственный стандарт «Добавки пищевые. Загустители пищевых продуктов. Термины и определения». В стандарте учтена терминология Единого стандарта на пищевые добавки Комиссии Кодекса Алиментариус CODEX STAN 192–1995* «General Standard for Food Additives» в части Спецификаций на пищевые добавки – загустители Единого свода спецификаций пищевых добавок Объединенного экспертного комитета по пищевым добавкам ФАО/ВОЗ «Combined compendium of food additive specification JEC A. Volume 4».

В ГОСТ 33310–2015 общее понятие «Загустители» представлено так: загуститель (пищевого продукта) – пищевая добавка, предназначенная для повышения вязкости пищевой продукции.

К загустителям относится большое количество полисахаридов, выделенных из наземных и водных растений и животных, морских водорослей, панцирей ракообразных и хитиновых оболочек некоторых насекомых и даже грибов.

К полисахаридам гидробионтов относятся агар, альгиновая кислота и ее соли – альгинаты, каррагинан, фуцелиран, хитин и хитозан.

9.2.2. Агар (агар–агар)

В соответствии с ГОСТ 33310–2015 Межгосударственный стандарт «Добавки пищевые. Загустители пищевых продуктов. Термины и определения» агар – это загуститель пищевого продукта, получаемый экстрагированием из бурых и красных водорослей *Gelidium amansii*, *Gelidium robustum*, *Gracilaria tenuistipitata*, *Rhodophyceae phylum*, содержащий полисахаридов от 70,0 до 80,0 %, представляющий собой порошок или хлопья от белого до желтоватого цвета или студнеобразную массу в водном растворе. Е-номер: Е406 (рисунок 9.2.1).

Агар содержит около 1,5–4,0 % минеральных солей, 10–20 % воды и 70–80 % полисахаридов, в составе которых находятся D- и L-галактозы, 3,6-ангидрогалактоза, пентозы, D-глюкуроновая и пировиноградная кислоты.



Впервые агар-агар (яп. 寒天 *кантиэн*) получили в Японии из водорослей рода *Eucheuma*, его использовали в кулинарии. Для получения вещества водоросли промывали, замораживали и позволяли им оттаять. В XIX столетии использование агар-агара в кулинарии вышло за пределы Японии и Азии вообще.

Основное сырье для производства агар-агара – водоросли рода *Gracilaria* и *Gelidium*, произрастающие в прибрежных зонах Тихого и Атлантического океанов. Во времена СССР была отработана технология с использованием в качестве сырья *Ahnfeltia* – темно-бордовых, почти черных водорослей, добываемых в районе Курильских островов. В качестве сырья использовались анфельция-сырец, анфельция сушеная, грацилярия-сырец. К сожалению, в силу экономических факторов собственное производство оказалось малорентабельным, хотя агар-агар, получаемый в СССР, по функциональным свойствам превосходил импортные аналоги. В 2010 г. мировое производство агар-агара составляло 4800 т в год, при этом более половины от этого количества вырабатывается в Японии.

Агар может использоваться в ряде пищевых продуктов как агент желирующий, стабилизатор и/или носитель. Благодаря желирующим свойствам агар-агар активно используется в пищевой промышленности при производстве кондитерских изделий, пищевых концентратов, десертов, напитков, продуктов лечебного питания. Как загуститель он применяется при производстве супов, соусов, мороженого, мармелада, зефира, жевательных конфет, пастилы, начинок разного рода, суфле, диетических продуктов, шариков для жемчужного чая, джема, конфитюра и т. д.; в авангардной кулинарии из него производят даже лапшу.

Второй по общему объему потребления является микробиология. Немецкий микробиолог Вальтер Хессе был первым, кто использовал агар-агар как компонент питательной среды для выращивания бактерий и написал об этом в 1884 г. Эта идея была подана ему его женой Фанни Анжелиной Хессе, которая использовала агар-агар для изготовления фруктового желе, наученная этому иммигрировавшим с Явы соседом-голландцем. Агаровые гели используются как плотная или полужидкая питательная среда для культивирования микроорганизмов (бактерий, грибов). Агар не расщепляется большинством микроорганизмов. Полноценный продукт не ингибирует рост микроорганизмов и не изменяет питательную ценность сред. Для иммунологических и бактериологических целей надо использовать вымороженный осветлённый агар (ГОСТ 17206–96 «Агар микробиологический») высшего и первого сорта с плотностью геля не ниже $3,20 \text{ г/см}^3$. Кроме того, агаровый гель применяют для проведения электрофореза, иммуноэлектрофореза и иммунодиффузии. Около 10 % агар-агара

идет для производства агарозы, используемой как носитель в гель – хроматографии, иммунодиффузии и для других научных целей.

Молекулы агар-агара очень длинные, чем обусловлена высокая прочность на разрыв сделанного из него студня. Агар-агар не растворим в холодной воде, полностью растворяется только при температурах 95–100 °С, чем отличается от других натуральных желе. Горячий раствор является прозрачным и ограниченно вязким. При охлаждении до температур 35–40 °С он становится чистым и крепким гелем, который является термообратимым. При нагревании он опять становится жидким раствором, снова превращающимся в гель при 35–40 °С.

Отличительной особенностью макромолекул является строгое чередование структурных единиц – агарозы и агаропектина.

Агар-агар получают из водорослей экстракцией горячей водой. Далее производится щелочная обработка, при которой в осадок выпадают примеси неорганического происхождения. Затем раствор подвергается тонкой очистке последовательным замораживанием и размораживанием, в результате чего из маточного раствора выделяется чистый гель. После сушки получается готовый продукт в виде порошка или хлопьев.

Качественный продукт обладает нейтральным, едва уловимым запахом, отдаленно напоминающим аромат свежескошенной травы. Вкус – слегка сладковатый (допускается незначительная горчинка, которая при растворении не ощущается). Органолептика сильно зависит от соотношения в составе агар-агара агаропектина и агарозы, от технологии производства и от степени очистки. Неприятный запах или привкус свидетельствует о том, что продукт произведен в кустарных условиях или о нарушении срока и условий хранения.

По органолептическим показателям пищевой агар должен соответствовать требованиям ГОСТ 16280–2002 Межгосударственный стандарт «Агар пищевой. Технические условия», указанным в таблице 9.2.1.

Таблица 9.2.1 – Органолептические показатели агара пищевого

Наименование показателя	Характеристика и норма для сортов	
	высшего	первого, второго
Внешний вид	Крупка, гранулы, порошок, чешуйки, пластинки, пленки	
Цвет	От светло-кремового до темно-кремового. Может быть сероватый оттенок	От бежевого до светло-коричневого
Запах агара и геля с массовой долей сухого агара 0,85 %	Без постороннего запаха	
Вкус геля с массовой долей сухого агара 0,85 %	Без постороннего привкуса	
Наличие посторонних примесей	Не допускается	

По физическим и химическим показателям пищевой агар должен соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице 9.2.2.

Таблица 9.2 2 – Физические и химические показатели агара пищевого

Наименование показателя	Характеристика и норма для сортов		
	высшего	первого	второго
Цвет геля с массовой долей сухого агара 0,85 %, % светопропускания, не менее	60	45	
Прочность геля с массовыми долями сухого агара 0,85 и сахара 70 %, г, не менее	1600	1000	700
Падение прочности геля с массовой долей сухого агара 0,85 % после нагревания раствора в течение 2 ч, %, не более	10	15	
Температура плавления геля с массовой долей сухого агара 0,85 %, °С, не ниже	80		
Температура гелеобразования раствора агара с массовой долей сухого агара 0,85 %, °С, не ниже	30		
Температура гелеобразования раствора агара с массовыми долями сухого агара 0,85 и сахара 70 %, °С, не выше	42		
Массовая доля воды, %, не более	18		
Массовая доля золы, %, не более	4,5	6,0	
Наличие йода	Не допускается		
Массовая доля веществ, нерастворимых в горячей воде, %, не более	0,4	0,6	

По показателям безопасности агар пищевой должен соответствовать действующим правилам, нормам и гигиеническим нормативам (ТР ТС 021/2011).

Каррагинан (и его натриевая, калиевая, аммонийная соли, включая фурцеллеран)

В соответствии с ГОСТ 33310–2015 Межгосударственный стандарт «Добавки пищевые. Загустители пищевых продуктов. Термины и определения» *каррагинан* – загуститель пищевого продукта, получаемый экстрагированием из красных морских водорослей *Eucheuma spinosum*, *Furcellaria fastigata*, *Chondrus crispus*, представляющий собой желтовато-белый мелкий порошок. Е-номер: Е407, Е407а (рисунок 9.2.2).

Официальное наименование согласно ГОСТ 33310–2015 – Каррагинан и его натриевая, калиевая, аммонийная соли, включая фурцеллеран. Производители обычно указывают на упаковке обобщенное название – каррагинаны. Международный синоним – Carrageenan and its Na, K, NH₄ salts includes furcellaran.

Другие названия:

- каррагинан очищенный (или полуочищенный);
- фурцеллярин;
- ирландский мох;
- датский агар;
- гелоза;
- PNG-каррагинан, товарное название добавки, поставляемой филиппинскими производителями;

- Carraghenan raffinee, французское;
- Natives Carrageen или Carrageen und seine Na, K, NH₄ salze (einschließlich Furcelleran), немецкие.



Рисунок 9.2.2 – Красные водоросли и порошок каррагинана

Желеобразную субстанцию из клеток красных водорослей *Chondrus crispus* добывали еще древние китайцы. Первое упоминание о целебном студне, заживляющем раны, восходит к VII веку до нашей эры.

Серьезные исследования водорослей отдела багрянок были проведены лишь в XIX веке. Биологическая ценность входящих в их состав полисахаридов оказалась настолько высока, что морские растения стали выращивать. Хондрус, гигартина, фуцеллярия являются источником каррагинана.

Каррагинан в продуктах питания

Каррагинан может использоваться в пищевых продуктах как агент желирующий, стабилизатор и/или носитель. Используется для сгущения, эмульгирования и консервирования продуктов и напитков. С конца 1960-х годов идут споры, связанные с последствиями использования каррагинана для здоровья. Это натуральный ингредиент.

Каррагинан часто находится в вегетарианских продуктах, поскольку производители используют его для замены животного желатина. Часто каррагинан и его соли можно найти в таких продуктах: ореховое молоко, шоколадное молоко; творог; крем; мороженое; миндальное молоко; вегетарианские сыры; кокосовое молоко; рисовое и соевое молоко, мясные продукты, йогурт. Он помогает удерживать масло и водорастворимые ингредиенты от разделения, сохраняя общий продукт более стабильным. Поэтому часто используется в салатных соусах и сэндвич-спредах, которые включают как масло, так и водорастворимые ингредиенты. Каррагинан содержится в кормах для домашних животных, особенно консервированных. Каррагинан не имеет питательной ценности.

Химическая структура каррагинана

Молекулы каррагинана очень большие и гибкие, они скручиваются, образуя спиральные структуры. Это дает им возможность образовывать гели при комнатной температуре. Особым преимуществом является то, что гели истон-

чаются под действием напряжения сдвига и восстанавливают свою вязкость после снятия напряжения (рисунок 9.2.3).

Производство каррагинана: сырье нагревают в щелочном растворе, затем твердые части отфильтровывают, а оставшийся раствор, который содержит каррагинан, затем концентрируют и сушат.

Продукты с каррагинаном могут быть обозначены как «естественные», но небольшая часть исследований сомневающихся показывает, что каррагинан может способствовать или вызывать: воспаление, метеоризм, синдром раздраженного кишечника, непереносимость глюкозы, рак толстой кишки, пищевые аллергии, артрит, тендинит, хронический холецистит, или воспаление желчного пузыря.

В одном обзоре указывается на отсутствие существенной разницы между «пищевым» (негранулированным) и гранулированным каррагинаном. Но гранулированный каррагинан является канцерогенной версией, которая не одобрена для использования. Гранулированный каррагинан был создан в 1960-х годах. В то время врачи часто рекомендовали каррагинан для лечения язвенной болезни. Но для эффективности нужна была большая концентрация вещества, поэтому исследователи его гранулировали. Вскоре они обнаружили, что гранулированный каррагинан вреден. Он больше не используется для лечения пептических язв. Но многие исследования по изучению опасности каррагинана произведены на животных и клетках. На данный момент недостаточно исследований на людях, чтобы подтвердить любую связь между каррагинаном и проблемами пищеварения, но рекомендуется ограничить количество потребляемого каррагинана.

Каррагинан – добавка E 407 входит в группу загустителей. Он придает продуктам вязкую консистенцию, создает устойчивые гели уже при комнатной температуре.



Рисунок 9.2.3 – Гель каррагинана

Может выступать как стабилизатор, влагоудерживающий агент и наполнитель.

В зависимости от химической структуры выделяют несколько типов каррагинанов. Основных три, их обозначают греческими буквами: каппа (κ), йота (ι), ламбда (λ). Каппа- и йота-каррагинаны образуют стабильные гели. У ламбда-каррагинана это качество отсутствует, но он может создавать вязкую однородную массу, устойчивую к термической обработке. Фурцеллеран – каррагинан, выделяемый из водоросли

фурцеллярии, обладает свойствами каппа-каррагинана.

Существует разные способы получения каррагинана.

Филиппинские компании, основные производители каррагинана, практикуют выпуск полуочищенного вещества, представляя его как истинно натуральное.

Водоросли погружают в горячий (70–80 °С) раствор углекислого калия для очистки. Затем сырье, не остужая, загружают в специальную центрифугу для удаления целлюлозы. Раствор подвергают фильтрации, концентрируют, сушат и измельчают до мелкофракционного порошка.

В других странах более популярен способ производства очищенного каррагинана с применением химических веществ.

Водоросли кипятят в щелочном растворе, фильтруют. После чего каррагинан осаждают этанолом или нерастворимыми солями кальция (карбонат, сульфат). Осадок прессуют, высушивают в вакууме и измельчают.

Крупные производители после очистки в разбавленной щелочи вещество вымораживают или подвергают ультрафильтрации.

Пищевая добавка Е 407 считается натуральным продуктом, независимо от способа получения. Около 80 % производящегося каррагинана (таблица 9.2.3) идет на нужды пищевой промышленности.

Таблица 9.2.3 – Свойства каррагинана

Показатель	Стандартные значения
Цвет	Желтовато-белый или белый
Состав	Смесь полисахаридов
Внешний вид	Порошок мелкой фракции
Запах	Отсутствует
Растворимость	Хорошо растворяется в горячей воде; в холодной растворяется только натриевая соль каррагинана; нерастворим в спирте
Содержание основного вещества	80±10 % (товарная форма)
Вкус	Отсутствует
Другие	Термостабилен, устойчив к кислой среде

Популярность обусловлена рядом уникальных качеств:

- каррагинаны (включая фуцеллеран) легко вступают во взаимодействие с молочными протеинами, образуя с ними комплексные соединения; стабилизирующие казеиновые мицеллы. Достаточно 0,02–0,2 % добавки для получения устойчивого студня;
- кальциевая и калиевая соли каррагинана в 10 раз увеличивают эластичность желирующей массы;
- высокая термообратимость, устойчивость к многократному замораживанию и оттаиванию;
- гелеобразующие свойства добавки Е 407 можно регулировать, соединяя разные типы каррагинанов или смешивая его с другими гидроколлоидами (обычно с Е–410 – камедь рожкового дерева);
- вещество способно загущать практически любой продукт.

Применение каррагинанов в изготовлении мясных продуктов (рисунок 9.2.4) позволяет улучшить внешний вид, повысить сочность продукта, предотвратить появление жировых отеков, продлить срок хранения. При изготовлении колбас, рубленых полуфабрикатов каррагинан добавляют непосред-

ственно в куттер в виде сухого порошка на стадии обработки нежирного сырья после введения фосфатов. Каррагинан можно добавлять и в составе рассола.



Рисунок 9.2 4 – Колбаса вареная «Мясная» с каррагинаном

Добавку в количестве 5–10 г/кг используют также в производствах:

- молока сгущенного и сухого, пастеризованных сливок;
- мороженого;
- джемов, желе (10 г/кг);
- йогурта, изделий из творога;
- маргарина;
- овощных и фруктовых консервов.

Каррагинан (в том числе его соли и фурцеллеран) применяют в косметологии. Он повышает вязкость зубных паст, не оказывая разрушающего воздействия на эмаль. Способность активно смягчать, увлажнять и питать кожу позволила включить вещество в состав средств по уходу за лицом и телом. Добавка Е 407 как влагоудерживающий агент является одним из компонентов шампуней и кондиционеров для волос. Свойство каррагинана регенерировать кожу, активировать рост ткани позволило применять продукт для производства ранозаживляющих гелей и повязок.



Рисунок 9.2.5 – Лекарственные капсулы из каррагинана

Фармацевтическая промышленность использует загуститель для изготовления лекарственных капсул (рисунок 9.2.5).

Польза каррагинана очевидна. Это натуральный углевод, обогащенный макроэлементами, аминокислотами, минеральными солями, витаминами, фукоксантином. Оказывает антимицробное действие, очищает от шлаков, связывает и выводит радионуклиды.

Пищевая добавка Е 407 считается безопасной для здоровья. Каррагинаны не расщепляются под воздействием желудочного сока. Опасения, что они могут

спровоцировать язву или рак желудка, безосновательны. Вещество не способно травмировать слизистую оболочку. Его ежедневное потребление в пищу официально не ограничено, что выгодно отличает каррагинан от других пищевых добавок, но есть предложение от ФАО/ВОЗ установить максимальное количество 75 мг/кг веса. Каррагинан, его соли, фулцеллеран являются балластными веществами. Сами они не всасываются в кишечник, но замедляют усвояемость полезных компонентов, особенно минералов.

Основные производители

Российские предприятия пищевую добавку E 407 не производят.

Лидирующую позицию на мировом рынке занимают Филиппины. Поставщиками являются предприятия полного цикла Marcel Trading Corporation и Shemberg. Качественный каррагинан производит старейшая датская компания CP Kelco. Фулцеллеран поставляет предприятие Эст-Агар (Эстония).

Спецификация каррагинана представлена в таблице 9.2.4.

Таблица 9.2.4 – Спецификация каррагинана

Внешний вид	Мелкодисперсный, легко летучий порошок
pH 1,5% р-ра, температура > 60 °С	7.0 до 10.00
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	$5 \cdot 10^3$
Салмонелла в 25 г	Отсутствует
E.coli в 25 г	Отсутствует

На основе каррагинана многие фирмы выпускают различные добавки. Так, фирма Copenhagen Pectin A/S (Дания) производит генугели, стандартизованные порошкообразные каррагинаны.

Применение гену-каррагинанов:

- существенно повышает водосвязывающую способность белков мяса, что означает резкое снижение потерь или их полное отсутствие при термообработке;
- улучшает консистенцию готового продукта благодаря высоким желирующим свойствам, в результате чего практически можно добиться идеальной текстуры готового продукта, а также улучшить его способность к тонкой нарезке;
- значительно увеличивает выход готового продукта за счет функциональных свойств при низких дозировках введения в состав продукта (как правило, 0,2–0,8 %).

Основные функциональные характеристики каррагинанов: растворимость, влагосвязывание, диспергирование, гелеобразование, студнеобразование и стабильность в растворе варьируют в широких пределах и зависят от типа каррагинана, присутствия противоионов, pH среды, температуры и длительности воздействия. Одним из основных свойств каррагинанов является влагосвязывающая способность.

Непосредственно после введения в пищевую массу каррагинан практически пассивен, однако в процессе тепловой обработки структура его молекулы изменяется – увеличивается число активных групп, способных удерживать влагу. При последующем охлаждении в продукте с каррагинаном формируется

плотная структура за счет желирующих свойств добавки. Следовательно, очень важно как можно быстрее охладить продукт.

Все типы каррагинанов образуют устойчивые гели при тепловой обработке. Для образования устойчивых гелей из различных типов каррагинанов требуется их предварительная подготовка и различная концентрация (таблица 9.2.5).

Таблица 9.2.5 – Характеристики свойств различных типов каррагинанов

Показатели	Тип каррагинана		
	каппа	йота	лямбда
Растворимость			
В воде и молоке	Натриевая соль растворима, а калиевая и кальциевая – при температуре > 60 °С	Натриевая соль растворима, а калиевая и кальциевая – при температуре > 60 °С	Растворим
В сахарном растворе	Растворим при температуре > 60 °С	Трудно растворим	Растворим при температуре > 60 °С
В солевом растворе	Нерастворим	Растворим при температуре > 60 °С	Растворим при температуре
Студнеобразование			
Эффект катионов	Застудневает с ионами калия	Застудневает с ионами кальция	Не застудневает
Тип студня	Очень вязкий, хрупкий с синерезисом	Упругий, сцепленный, без синерезиса	-
Устойчивость к замораживанию	Отсутствует	Стабилен	Отсутствует

Альгиновая кислота

Загуститель пищевого продукта, получаемый измельчением и обработкой водорослей вида *Macrocystis pyrifera* нагретым щелочным раствором, содержащий основного вещества от 91,0 до 94,5 %, представляющий собой желтовато-белый с сероватым оттенком волокнистый порошок или гранулы.

Альгиновую кислоту и ее соли – *альгинаты* (Е-номер: Е401), чаще всего альгинат натрия, альгинат кальция и альгинат аммония, применяют для придания продуктам структуры и консистенции.

Альгиновая кислота и ее соли построены из остатков β-D-маннурановой и α-L-гулурановой кислот, находящихся в пиранозной форме и связанных в линейные цепи (1,4)-гликозидными связями. Альгиновых кислот в составе сухих веществ бурых водорослей от 8 до 37 %. Например, в сухом веществе японской ламинарии их содержится от 18,2 до 28,7 % в зависимости от района и стадии развития водорослей. Больше всего их в слоевищах двухлетней водоросли. Альгиновая кислота поставляется для реализации в виде порошка, цвет которого способен варьировать от кремового цвета до светло-коричневого оттенка.

Альгинат натрия в классификации пищевых добавок проходит под номером Е401 и представляет собой соль альгиновой кислоты. По ГОСТ 33310–

2015 Межгосударственный стандарт «Добавки пищевые. Загустители пищевых продуктов. Термины и определения» *альгинат натрия* – загуститель пищевого продукта, получаемый нейтрализацией альгиновой кислоты карбонатом натрия или едким натром, содержащий основного вещества от 90,8 до 96,0 %, представляющий собой желтовато-белый с сероватым оттенком волокнистый порошок, гранулы или пластинки.

Технологические функции – загуститель, гелеобразователь, покрытие, средство для капсулирования, влагоудерживающий агент, стабилизатор.

Альгинат натрия E401 как пищевая добавка используется при изготовлении мармелада, конфет, желе, джемов, осветления соков, при производстве майонезов и соусов, мясных и рыбных студней, а также пищевых концентратов. В пищевых продуктах обычно рекомендуется использование 0,2–0,5 % альгината натрия.

Другие области применения E401: в парфюмерных, косметических и фармацевтических препаратах для тех же целей, что и в пищевых продуктах.

Состав E401 – звенья гулуруновой и маннуруновой кислот, связанные в основном 1,4-β-гликозидными связями, с небольшими разветвлениями. В карбоксильных группах водород замещён на натрий. Соотношение маннуруновая: гулуруновая кислота меняется в зависимости от вида водорослей от 1: 1,04 до 1:1,9. Альгинат натрия E401 – желтовато-белый, иногда с сероватым оттенком, волокнистый порошок, гранулы или пластинки (рисунок 9.2.6).

E401 в природе находится в форме альгиновой кислоты. Альгиновые кислоты извлекают из водорослей обработкой раствором щелочи. Полученный раствор альгината очищают. В товарном продукте могут содержаться примеси, попадающие из водорослей и морской воды. Метаболизм и токсичность E401 – давая нерастворимые соли с ионами Ca, Fe и др., может снижать степень их всасывания и эффективность усваивания. Альгиновая кислота, образующаяся из альгината натрия в желудке человека под действием содержащейся там соляной кислоты, в кишечнике не всасывается, но возможно ее незначительное расщепление кишечной микрофлорой.



Рисунок 9.2.6 – Пищевой альгинат натрия и альгинат натрия для крабовых палочек

Гигиенические нормы – допустимое суточное потребление (ДСП) не ограничено. Поскольку альгинат натрия в жёсткой воде может образовывать

нерастворимые соли, в товарные формы альгината натрия часто добавляют фосфаты, цитраты и другие реагенты, связывающие ионы кальция.

Производят альгинат натрия из красных и бурых водорослей, добываемых в акваториях Филиппин и Индонезии. Основными производителями альгината натрия являются Филиппины, США, Франция, Китай, Япония, а также небольшое производство находится в Чили, России, Индии.

Большинство водорослей, используемых промышленностью, богаты маннуроной кислотой и дают альгинат натрия с высокой вязкостью и средней силой геля. Альгинат натрия с высоким содержанием гулууроной кислоты дает плотные гели.

Характеристика альгината натрия Е 401: хорошо растворяется в воде; удерживает воду; обладает стабилизирующими и эмульгирующими свойствами; желирующее вещество; безвреден и представляет собой безопасную пищевую добавку.

Спецификация альгината натрия представлена в таблице 9.2.6.

Таблица 9.2.6 – Спецификация альгината натрия

Показатели	Признаки	Описание
1	2	3
Органолептические	Консистенция	Однородная мелкодисперсная, сыпучая масса. Допускается незначительное количество комочков, которые легко рассыпаются при легком механическом нажатии
	Цвет	Белый
	Вкус, запах	Натуральный, свойственный компонентам, входящим в состав смеси, нейтральный, без посторонних привкусов и запахов
Физико-химические	Массовая доля влаги, не более, %	15
	рН	6 - 8
	Посторонние примеси	Не допускаются
	Массовая доля золы, не более, %	18 – 27
	Вязкость (1,0%-ный раствор при 20 °С), МПа·с	1000
	Размер частиц, меш	100
Микробиологические	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	$5 \cdot 10^4$
	Дрожжи и плесени, КОЕ/г, не более	100
	Патогенные, в том числе сальмонеллы, в 25 г	Не допускаются
	БГКП (колиформы), в 1г	Не допускаются
Тяжелые металлы	Свинец, мг/кг, не более	5,0
	Кадмий, мг/кг, не более	1,0
	Мышьяк, мг/кг, не более	3,0
	Ртуть, мг/кг, не более	1,0

Окончание таблицы 9.2.6

1	2	3
---	---	---

Упаковка	Мешки бумажные многослойные с полиэтиленовым вкладышем по 25 кг
Срок хранения	12 месяцев с даты изготовления
Хранение	В сухих складских помещениях в стандартной неповрежденной упаковке при температуре от 0 до 24 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %

Согласно требованиям технических условий он должен иметь (в % массы сухих веществ): массовую долю альгиновой кислоты не менее 70; зольность не более 23; веществ, не растворимых в горячей воде, не более 0,3; вязкость 1%-ного раствора 0,5–1,0 МПа·с. Альгинаты натрия, калия и аммония растворимы в холодной и горячей воде. Альгинат кальция не растворим при нейтральном значении рН. Альгинаты не растворимы в солевых растворах, но растворяются в горячих растворах сахара.

Пределы растворимости альгинатов 0–80 %. Растворы альгинатов имеют низкую вязкость при рН более 5,5 и высокую – при рН менее 5,5. Вязкость растворов изменяется пропорционально концентрации добавки. При низкой концентрации альгината повышение вязкости может быть достигнуто путем введения небольшого количества ионов кальция. Образование геля альгината происходит при рН менее 4 или в присутствии ионов Ca^{+2} в количестве 20–70 мг/г альгината. Кислотный альгинатный гель мягкий, устойчивый и тиксотропный. Кальциевый гель ломкий, термонеобратимый. Прочность геля возрастает с увеличением концентрации Ca^{+2} и при рН менее 3,6.

Альгинатные гели устойчивы к действию как низких, так и высоких температур. Они совместимы с белками (желатином) и полисахаридами (агар-агаром), несовместимы с водорастворимыми спиртами, кетонами, арабик-клейковиной. При добавлении молочных продуктов в гели альгиновой кислоты значительно увеличивается их стойкость по отношению к хелатам. В гели альгината натрия из молочных продуктов можно добавлять различные пищевые добавки, при этом повышается стойкость вкуса, запаха, цвета. Такие смеси легко поддаются термической обработке в условиях высокого давления, не теряют свойств при хранении.

Реологические свойства геля можно изменить в желаемом направлении путем «сшивания» структуры полисахарида, например с помощью ферментов.

Альгинат натрия в воде уменьшает поверхностное натяжение на границе раздела фаз, т. е. проявляет свойство ПАВ, что дает возможность использования его в качестве эмульгатора. Альгинаты применяют в пищевой технологии в качестве загустителя, гелеобразователя, эмульгатора, а также влагоудерживающего агента и мягких пищевых волокон.

Альгинаты не усваиваются организмом человека, но способствуют выведению из него тяжелых металлов и некоторых других веществ.

Согласно данным экспертного комитета по пищевым добавкам ФАО/ВОЗ альгиновая кислота, альгинат натрия, альгинат кальция и альгинат аммония имеют статус пищевой добавки и их суточные допустимые дозы составляют от 0,5 до 20 г/кг. Недостаток – образуя нерастворимые соли с ионами кальция, же-

леза и других металлов, альгинаты могут снижать степень их всасывания и эффективность усваивания.

В большинстве стран его используют после проведения многочисленных проверок на безопасность, качество и латентные риски для организма. Дополнительным преимуществом выступает отсутствие аллергенных свойств, чем не способна похвастаться добрая половина других пищевых добавок. Даже при попадании на слизистую оболочку никаких негативных последствий для пострадавшего не останется. Единственным относительным недостатком тут выступает способность альгината понижать всасывание полезных микроэлементов в кишечнике. Это приводит к дефициту минералов, что способствует сбоям работы органов пищеварительного тракта. Чтобы избежать этого, достаточно придерживаться суточной нормы и придерживаться принципов здорового образа жизни.

Технологи пищевой промышленности высоко оценили способности альгината натрия. В азиатских странах применение альгината чаще всего связано с индустрией красоты, так как на альгинатные средства там последние лет пять спрос невероятно высок.

Мир узнал о полезных качествах составляющих водорослей уже достаточно давно. История уходит корнями в семидесятые годы прошлого века. Именно тогда научные сотрудники пытались отыскать безопасное соединение, которое имело бы способность выводить радионуклиды и соли тяжелых металлов из тканей внутренних органов. За основу для лабораторных испытаний были взяты бурые водоросли. Установлено, что на тот момент вряд ли можно было отыскать что-либо более действенное для противостояния последствиям радиационного облучения, нежели альгинат на натриевой основе. Уже позже исследователи провели дополнительное изучение пищевой добавки и выявили, что она не несет заметной угрозы для здоровья человека. Единственным предупреждением тут выступило следование строгой дневной дозировки. Превышать 50 мг вещества на 1 кг веса не стоит.

Широко применяется альгинат натрия в косметологии. Эффект применения обеспечивается следующими особенностями влияния на кожный покров: активизация защитного барьера; регуляция водного баланса; удержание влаги; тонизация; антистрессовая терапия; укрепление коллагеновых волокон; регуляция обмена веществ; стабилизация работы сальных желез; повышение тонуса подкожного слоя. Удобнее всего использовать все полезные качества средства в виде маски при любом типе кожи.

Альгинат натрия может структурировать жидкий раствор, добавляя ему вязкости. Немного тягучая консистенция идеально подходит для образования гелей, что применяется при создании продуктов бытовой химии: шампуней, готовых кремов и мыльных растворов.

Использование в пищевой промышленности имеет гораздо бóльшие масштабы, чем в косметологии. Главной считается функция загустителя благодаря гелеобразующей структуре. Встретить E401 можно на этикетках следующих продуктов: консервированных грибов; консервированных овощей; плавлен-

ных сырков; соусов; мясных консервов; сладостей вроде мороженого или многокомпонентных десертов; хлебобулочных изделий, при приготовлении сыра. С помощью E401 технологи оклеивают вино, осветляют соки или делают безалкогольные напитки мутными, используют в производстве сахара – сырца. Альгинат натрия может использоваться в ряде пищевых продуктов как стабилизатор и/или носитель.

Обычно используемые количества, г/кг:

Десерты, кремы, наполнители	5–10
Соусы, майонезы, мороженое	2–7
Консервированные овощи и грибы	5–10
Домашний сыр	5,0
Плавленные сыры	до 8
Творожные изделия	5–7
Кондитерские изделия, снеки	5–30
Хлеб и хлебобулочные изделия, %	1–5
Препараты для похудения, %	до 10.

Полисахариды животного происхождения

Из полисахаридов животного происхождения в пищевой, фармацевтической и косметологической промышленности применяют желатин и хитозан.

Хитозан. Является производным природного целлюлозоподобного биополимера, относящегося к классу полисахаридов, – хитина. Структурная формула последнего состоит из неразветвленной цепи β -(1-4)-связанных остатков N-ацетил-D- глюкозамина. Хитин, как и целлюлоза, широко распространен в природе. Он входит в состав опорных тканей и внешнего скелета ракообразных, насекомых, микроорганизмов. Содержание хитина (%) в панцире краба от 9,0 (у плавунца) до 25,9 (у стригуна), креветки – до 32,4. Еще в больших количествах хитин входит в состав скорпиона (до 31,9 %) и тутового шелкопряда (44,2 %). Имеются сведения, что в природе деацетилированный хитин, т. е. хитозан, обнаружен в различных грибах. Годовая биологическая продуктивность хитина и хитозана на земном шаре оценивается в 100 млн. т, однако практически эти биополимеры используются в объеме 150 тыс. т. Нативный хитин может быть в виде α -, β - и γ -форм, которые различаются пространственным расположением цепей молекул и присутствием связанной воды. Самым стабильным и широко распространенным в природе является хитин γ -формы. Известно много способов получения хитина, но в общем они сводятся к попеременной обработке сырья растворами кислоты и щелочи с целью удаления минеральных и белковых веществ. Освободить хитин от сопутствующих веществ можно также и с помощью ферментов.

Из хитина путем проведения реакции деацетилирования получают хитозан (рисунок 9.2.7). Считается, что в деацетилированном хитине содержание азота более 7 %. Для проведения реакции деацетилирования хитин обрабатывают 40–50%-ной натриевой щелочью при высокотемпературном нагревании.



Рисунок 9.2.7 – Хитозан

Хитозан в зависимости от назначения подразделяют на медицинский, пищевой, кормовой и технический (таблица 9.2.7); соответственно он предназначен для использования в медицине, пищевой технологии. Кормовой хитозан находит применение в производстве гранулированных рыбных комбикормов, а технический – для улучшения качества бумаги как коагулянт, сорбент и т. д.

Таблица 9.2.7 – Показатели качества хитозана

Показатели	Характеристика и норма для хитозана		
	пищевого	кормового	технического
1	2	3	4
Внешний вид	Мелковолокнистые частицы размером не более 1 мм или порошок	Хлопья различных размеров или порошок	Хлопья различных размеров или порошок
Цвет	От белого до кремового или розового	От белого до кремового или коричневого	От белого до кремового или коричневого
Вкус 1%-ного раствора хитозана в 1%-ном растворе уксусной кислоты	Свойственный, без постороннего привкуса		
Запах	Свойственный, без постороннего запаха		
Прозрачность 10 ⁻² м, не менее	8,0	5,6	7,0
Содержание (% по массе), не более:			
влаги	10,0	14,0	14,0
минеральных веществ	1,0		1,5
веществ, нерастворимых в 2%-ной уксусной кислоте	0,5		1,0
Кинематическая вязкость (10 ⁻⁶ м ² /с), не менее	800,0	100,0	100,0
Наличие солей тяжелых металлов	Не допускается	Не допускается	–
Микробиологическая оценка	КМАФАнМ не более 4•10 ⁴ КОЕ/ г при отсутствии бактерий групп кишечной палочки в 1 г продукта. Наличие патогенной микрофлоры не допускается в 25 г; плесневых грибов не более 10 ³ клеток в 1 г		

В ЗАО «Биопрогресс» разработана технология биологически активной добавки «Хитозан пищевой». Нормативная документация на хитозан включает: ТУ 9289–067–00472124–03 «Хитозан пищевой» с изменением №1; СанПиН 2.3.2. 1078–01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», СанПиН 2.3.2. 1290–03 «Гигиенические требования к организации производства и оборота биологически активных добавок к пище (БАД)».

Хитин и хитозан образуются и разлагаются живыми организмами, поэтому являются экологически чистыми природными соединениями. В Японии хитин и хитозан получают из панцирей крабов и креветок, в США – из панцирей крабов, в Индии – из панцирей креветок. В Японии объем производства хитина и хитозана больше, а качество полимера выше, чем в других странах. Объем годового производства хитина и хитозана в Японии составляет 300–500 т.

В воде хитин и хитозан не растворяются. Хитозан растворяется в 1%-ной уксусной кислоте. Скорость растворения невысокая (35–40 мин), но ее можно сократить до 15 мин, применяя перемешивание и нагревание. При температуре 80 °С хитозан растворяется в 3 раза быстрее, чем при 20 °С, что объясняется увеличением скорости диффузионных процессов. Предварительное набухание хитозана в воде позволяет в еще большей степени сократить продолжительность его растворения. Водопоглощение хитина, микрокристаллического хитина и хитозана значительно выше, чем микрокристаллической целлюлозы.

Вязкость и предельное напряжение сдвига растворов хитозана, как большинства высокомолекулярных веществ, увеличивается с ростом концентрации полимера. При хранении вязкость растворов хитозана уменьшается, поэтому в технологических процессах рекомендуется использовать его свежеприготовленные растворы.

Принята классификация растворов хитозана по их реологическим свойствам. Растворы, содержащие хитозан в количестве менее 1 %, отнесены к низкоконтцентрированным, от 2 до 5,0 % – к среднеконцентрированным, более 5 % – к высококонтцентрированным. В качестве структурообразователей находят применение низко- и среднеконцентрированные растворы. Растворы хитозана способны образовывать термически устойчивые гели.

Хитозан проявляет свойства эмульгатора и загустителя, позволяющие получать на его основе стойкие (не расслаиваются после замораживания и центрифугирования) густые (консистенция густой сметаны) белоснежные эмульсии прямого типа масло-вода. С повышением концентрации хитозана в большей степени проявляются его эмульгирующий и загущающий эффекты.

Проявление свойств эмульгатора обусловлено наличием функциональных групп, способных взаимодействовать с жировой фазой. Внесение растворов хитозана в продукты различной влажности (мясо криля, кормосмеси для рыб) приводит к увеличению показателей их реологических свойств, уплотнению, упрочнению структуры, приданию материалу монолитности.

Растворы хитозана повышают влагоудерживающую способность (ВУС) материала за счет наличия в его молекулах функциональных групп, в результа-

те чего он может связывать ионы металлов, облегчая тем самым доступ молекул воды к функциональным группам белков, т. е. его действие аналогично таковому фосфатов. Активность функциональных групп хитозана повышается при переводе его в солевую форму (растворение). Вероятно, по этой причине порошкообразный хитозан не влияет на ВУС материала.

Таким образом, изменение структурных свойств материала (сдвиговых, липкости, ВУС, плотности) при введении в него растворов хитозана определяет возможность применения его в качестве связующего вещества в технологии рыбных и мясных продуктов, в частности при производстве формованных изделий.

Широкое применение хитозана в производстве пищевых и кормовых продуктов возможно в связи с его нетоксичностью и биологической активностью. Имеются сведения, что хитозан в организме человека всасывается и расщепляется. Он селективно связывает отдельные компоненты продуктов питания (холестерин, красители, тяжелые металлы) и таким образом предотвращает их всасывание.

9.3. Задания и методические указания по их выполнению

Студенты для выполнения заданий разбиваются на группы по три-четыре человека и работают совместно.

Задание 9.3.1. Изучить справочно-теоретический материал по характеристике, способам производства и использованию полисахаридов из гидробионтов

Усвоить, какие полисахариды из гидробионтов используются в пищевой промышленности в качестве наполнителей, загустителей, стабилизаторов. Записать сведения о полисахаридах гидробионтов и сырьевых источниках для их получения в тетрадь для лабораторных работ.

Задание 9.3.2. Изучить характеристики полисахаридов из морских организмов - агара, каррагинанов, альгиновых кислот, хитозана в соответствии с нормативной документацией

Выписать в виде табличек характеристики основных свойств полисахаридов.

Задание 9.3.3. Определить время растворения полисахаридов в холодном растворителе и при нагревании

9.3.3.1. Определите время растворения агара в воде при различных температурах и в сахарном растворе

Для этого в стаканчиках приготовить следующие смеси:

- 1) 0,25 г агара и добавить 50 см³ воды (холодной);
- 2) 0,25 г агара и добавить 50 см³ воды горячей;

3) 0,25 г агара и добавить 50 см³ горячей воды и 5 г сахара и нагревать смесь на кипящей водяной бане.

Приготовленные смеси размешать стеклянной палочкой и перемешивать до полного растворения агара.

Определить время растворения агара при указанных условиях. Отметить влияние добавления сахара на скорость растворения агара.

9.3.3.2. Определить время растворения каррагинана в воде с температурой 75 °С и в воде с добавлением поваренной соли

В четыре стаканчика взвесить и добавить:

- 0,5 г каррагинана + 50 см³ воды (холодной);

- 0,5 г каррагинана + 50 см³ воды с температурой 75 °С;

- 0,5 г каррагинана + 50 см³ воды с температурой 75 °С + 0,75 г поваренной соли;

- 0,5 г каррагинана + 50 см³ воды с температурой 75 °С + 0,75 г поваренной соли с нагреванием на кипящей водяной бане.

Смеси перемешивать стеклянной палочкой до растворения каррагинана.

Отметить влияние нагревания и добавления поваренной соли на время растворения каррагинана.

9.3.3.3 Определить время растворения альгината натрия в холодной и горячей воде и в воде при добавлении сахара и поваренной соли

Использовать следующие соотношения:

1) 0,25 г альгината натрия + 50 см³ воды (холодной);

2) 0,25 г альгината натрия + 50 см³ воды (горячей);

3) 0,25 г альгината натрия + 50 см³ горячей воды + 5 г сахара и нагревать смесь на кипящей водяной бане;

4) 0,25 г альгината натрия + 50 см³ воды горячей + 0,75 г поваренной соли и нагревать смесь на кипящей водяной бане.

Зафиксировать продолжительность растворения альгината натрия.

9.3.3.4. Определите время растворения хитозана в воде и в 1%-ном растворе уксусной кислоты

Приготовить следующие смеси:

1) 0,2 г хитозана + 50 см³ воды холодной;

2) 0,2 г хитозана + 50 см³ 1 %-ного раствора уксусной кислоты;

3) 0,2 г хитозана + 50 см³ 1 %-ного раствора уксусной кислоты с нагреванием на кипящей водяной бане.

Для приготовления 1%-ного раствора уксусной кислоты набрать пипеткой 1 см³ ледяной уксусной кислоты и добавить ее к 100 см³ дистиллированной воды.

Определите время до растворения полисахаридов при использовании холодной воды или раствора кислоты, а также при нагревании агара, альгината натрия и хитозана в кипящей водяной бане, каррагинана при 75 °С.

Таблица 9.3.1. – Результаты экспериментальных работ по определению растворимости полисахаридов

Наименование полисахарида	Концентрация в растворе	Добавлено в раствор веществ, %	Время растворения, мин	Примечания
1	2	3	4	5
Агар + холодная вода				
Агар + горячая вода, нагревание на кипящей водяной бане				
Нагревание агара в воде с сахаром				
Каррагинан + холодная вода				
Каррагинан + горячая вода 75 °С				
Каррагинан + горячая вода 75 °С. Нагревание на водяной бане при 75 °С				
Каррагинан + горячая вода 75 °С + поваренная соль. Нагревание с поваренной солью на водяной бане при 75 °С				
Альгинат натрия + холодная вода				
Альгинат натрия + горячая вода				
Альгинат натрия + горячая вода + сахар. Нагревание с сахаром на кипящей водяной бане				
Альгинат натрия + горячая вода + поваренная соль. Нагревание с поваренной солью на кипящей водяной бане				
Хитозан + 1%-ная уксусная кислота				
Хитозан + 1%-ная уксусная кислота с нагреванием на кипящей водяной бане				

Полученные экспериментальные данные занесите в таблицу 9.3.1.

Задание 9.3.4. Определить время застудневания зелей полисахаридов

Методические указания по выполнению задания

Для определения времени, необходимого для застудневания гелей, используйте смеси, полученные при определении времени растворения полисахаридов. Стаканчики с растворами полисахаридов (после нагревания) поместите в термостат (холодную воду) при 20 °С и наблюдайте за ходом гелеобразования (без перемешивания); определите время до наступления застудневания. Отметьте влияние добавления поваренной соли и сахара на время растворения и застудневания зелей полисахаридов.

Результаты занесите в таблицу 9.3.2.

Таблица 9.3.2 – Результаты экспериментальной работы по определению времени гелеобразования полисахаридов

Наименование полисахарида	Время гелеобразования, мин	Прочность студня (визуально)	Примечания
Агар + холодная вода			
Агар + горячая вода, нагревание на кипящей водяной бане			
Агар + горячая вода + сахар. Нагревание агара в воде с сахаром на кипящей водяной бане			
Каррагинан + холодная вода			
Каррагинан + горячая вода 75 °С			
Каррагинан + горячая вода 75 °С Нагревание на водяной бане при 75 °С			
Каррагинан + горячая вода + поваренная соль. Нагревание с поваренной солью на водяной бане при 75 °С			
Альгинат натрия + холодная вода			
Альгинат натрия + горячая вода			
Альгинат натрия + горячая вода + сахар. Нагревание с сахаром на кипящей водяной бане			
Альгинат натрия + горячая вода + поваренная соль. Нагревание с поваренной солью на кипящей водяной бане			
Хитозан + 1%-ная уксусная кислота			
Хитозан + 1%-ная уксусная кислота с нагреванием на кипящей водяной бане			

Задание 9.3.5. Сделать выводы по проделанной работе и записать их в тетрадь для лабораторных работ.

Рекомендуемая литература

1. Прикладная биотехнология. УИРС для специальности 270900. – 2-е изд. / Л. В. Антипова [и др.]. – Санкт Петербург: ГИОРД, 2003. – 288 с.
2. Богданов, В. Д. Рыбные продукты с регулируемой структурой / В. Д. Богданов. – Москва: Мир, 2005. – 310 с.
3. Зайцев, В. П. Комплексное использование морских организмов / В. П. Зайцев, И. С. Ажгихин, В. Г. Гандель. – Москва: Пищевая пром-сть, 1980. – 280 с.
4. Кизеветтер, И. В. Биохимия сырья водного происхождения / И. В. Кизеветтер. – Москва: Пищевая пром-сть, 1977. – 423 с.
5. ГОСТ 33310–2015. Добавки пищевые. Загустители пищевых продуктов. Термины и определения.
6. Инструкция по санитарно-микробиологическому контролю производства пищевой продукции из рыбы и морских беспозвоночных. Утверждена Министерством здравоохранения СССР 22.02.91 N 5319–91 и Министерством рыбного хозяйства СССР 18.11.90.
7. ГОСТ 26185–84 «Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа». – Москва: Стандартиформ, 2018. – 32 с.
8. ГОСТ 10444.12–2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов».
9. ГОСТ 16280–2002 Межгосударственный стандарт «Агар пищевой. Технические условия».
10. ТУ 9289–067–00472124–03 с изменением № 1. Биологически активная добавка «Хитозан пищевой».
11. The Oxford Companion to Food / Alan Davidson, Tom Jaine. – Oxford University Press, 2014.
12. ТУ 15–544–83 «Альгинат натрия пищевой. Технические условия». – 23 с.
13. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.1078–01. – Москва: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. – 269 с.
14. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Доп. и изм. 5 к СанПиН 2.3.2.1078-01: СанПиН 2.3.2.2227–07; Доп. и изм. 6 к СанПиН 2.3.2.1078–01: СанПиН 2.3.2.2340–08. – Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. – 63 с.
15. Гигиенические требования к организации производства и оборота биологически активных добавок к пище (БАД): СанПиН 2.3.2.1290–03. – Москва: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2008. – 31 с.

Вопросы для самопроверки

1. Объясните механизм формирования структуры агаровых гелей.
2. Назовите функциональные свойства агара и покажите направления его использования в качестве структурообразователя.
3. Каковы особенности формирования гелей каррагинанов и способы регулирования их структуры?
4. В каких технологиях можно использовать каррагинаны, исходя из знаний об их функциональных свойствах?
5. Объясните способы формирования структуры альгинатных гелей.
6. Обоснуйте направления использования альгинатов.
7. Охарактеризуйте функциональные свойства хитозана, обоснуйте направления его использования в технологии формованных продуктов.

Лабораторная работа № 10

Тема: БИОТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ БЕЛКОВЫХ ПРЕПАРАТОВ ИЗ СЫРЬЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ (ГИДРОБИОНТОВ)

Цель работы: приобретение знаний, умений и навыков по биотехнологии производства из гидробионтов и бобов сои белковых препаратов и их характеристикам.

Задачи:

- закрепление знаний в области биотехнологии производства белковых препаратов;
- приобретение умений описания потребительских свойств отдельных белковых препаратов;
- закрепление знаний химического состава белковых препаратов, изменений входящих в них органических веществ в зависимости от различных факторов;
- приобретение навыков изготовления в лабораторных условиях белковых изолятов;
- приобретение навыков определения потерь на операциях технологического процесса производства белковых изолятов и составления продуктового расчета;
- приобретение навыков аналитического исследования показателей качества белковых изолятов в соответствии с требованиями нормативной документации.

10.1. Материально-техническое обеспечение

- Справочно-теоретический материал по отдельным процессам технологии производства белковых препаратов и изолятов.
- Рыба, бобы сои для выполнения экспериментальных заданий по изготовлению белковых изолятов. Белковые изоляты (соевые) для оценки качества и сравнения с ними качества экспериментальных образцов.
- Лабораторное оборудование для проведения экспериментальных технологических работ и органолептической оценки экспериментальных образцов приготовленной продукции.
- Лабораторное оборудование, измерительные приборы и реактивы для аналитического определения показателей качества белковых изолятов.

10.2. Справочно-теоретический материал

Белок – важнейший компонент питания, выполняет в пищевых продуктах две основные функции. Способность белка выполнять пищевую или питатель-

ную функцию характеризуется его биологической ценностью. Вторая функция – структурная. Она обеспечивает необходимую структуру, а также комплекс реологических и других физико-химических свойств перерабатываемых пищевых систем и готовых пищевых продуктов. Тем самым создаются консистенция, технологические и другие качества пищевых продуктов. Способность белка выполнять структурные функции характеризуется широким комплексом физико-химических характеристик, объединяемых термином «функциональные свойства белка».

Наряду с функциональными свойствами и биологической ценностью пищевого белка критерием его качества является стоимость. Проблема обеспечения людей разнообразными, высококачественными и полноценными продуктами питания является интернациональной. Ещё в 70-е годы на специальном заседании ФАО/ВОЗ ведущими экспертами мира было сформулировано десять глобальных задач, которые человечество обязано было решить до конца XX столетия. К этим задачам относятся: проблемы войны и мира, дефицита пищевого белка, регулирования прироста населения, защиты и восстановления окружающей среды, дефицита энергии и воды, истощаемости природных ресурсов, вопросы здравоохранения, образования и культуры. Все проблемы связаны между собой, но проблема дефицита продуктов питания по значимости стоит на втором месте. Парадоксальность ситуации с нехваткой пищевого белка в том, что человечество, располагая его значительными ресурсами (в среднем 180 г/сут на человека), 80–90 % белка использует на кормовые цели, т. е. на развитие животноводства. Остальная часть – дефицитный пищевой белок – представлена на 50–56 % растительным белком, 7–8 % мясным, 6–7 % молочным, 5 % яйцами и яйцепродуктами, 5–6 % рыбным и 2–3 % белком масличных культур.

Основные задачи технологии производства пищевого белка – извлечение его из сырья с максимальным выходом при минимальных затратах и потерях других ценных компонентов сырья, с минимальным изменением функциональных свойств белка (или их направленном изменении в желаемую сторону), сохранением биологической ценности белка, необходимой степени удаления или дезактивации нежелательных примесей. Разработка технологии производства пищевого белка связана с решением комплекса научно-технических проблем, решение которых осложнено многокомпонентностью, сложностью структуры и состава большинства видов белкового сырья.

При оценке перспективности источников пищевых белков необходимо учитывать комплекс показателей технологических, экономических, биологических и медицинских.

Пищевые белки производят в виде трех основных типов продуктов, которые различаются по содержанию белка и его фракционному составу. Первый тип содержит около 50 % белка. К нему относятся обезжиренная мука сои и других масличных культур, дезинтегра́т биомассы дрожжей и т. п. Второй тип продуктов – концентраты с содержанием белка 70–75 %. Третий наиболее дорогой и стандартный тип белковых продуктов – изоляты, содержащие 90 %

белка и более. Концентраты и изоляты белка практически полностью используются для пищевых целей. Все три основных типа пищевых белковых продуктов производят с широкими модификациями, различающимися по функциональным свойствам. Это обеспечивается изменением степени денатурации и агрегации всех или части фракций белка, изменением фракционного состава белка, содержания минеральных солей, величины рН и т. д.

В отдельную группу выделяются гидролизаты белка, жидкие или сухие водорастворимые продукты, получаемые из сырья, подвергнутого кислотному или ферментативному гидролизу до низкомолекулярных пептидов или аминокислот.

Успехи в области технологии получения белка бобов сои (обезжиренная мука, концентраты и изоляты) с высокими функциональными свойствами обеспечили широкое применение в пищевой промышленности. Для многих других растительных белков еще недостаточно разработана технология белковых продуктов с высокими и регулируемыми функциональными свойствами. Ценными свойствами обладают белковые препараты, получаемые из отходов от переработки животного сырья и гидробионтов (рыб, нерыбных объектов, водорослей и др.).

Производство пищевого белка

Технологические процессы производства пищевого белка (концентратов, изолятов и др.) состоят из операций, включающих механическое измельчение сырья, экстракцию из него полезных, целевых или, наоборот, антипитательных веществ, концентрирование белка, регулирование его функциональных свойств и сушку.

Подготовка сырья. Стадия подготовки сырья – это механическое дробление, измельчение и т.п. Высокие степени измельчения нежелательны, так как излишняя гомогенизация сырья обычно сопровождается взаимодействием его компонентов и затрудняет разделение отдельных фракций. Весьма перспективны методы измельчения сырья непосредственно в жидких экстрагирующих средах.

Тепловая обработка. Тепловую обработку используют практически на всех стадиях получения пищевого белка: при экстракции белка и липидов из него, удалении растворителя, сушке растворов и суспензий белка и т. п. Она оказывает как положительное, так и отрицательное воздействие на качество белка. Термообработка помимо ускорения многих физико-химических процессов (экстракции, сушки и т. д.) вызывает денатурацию, дезактивацию и разрушение многих веществ. Большинство пищевых белков в денатурированном состоянии легче атакуется пищеварительными ферментами, за счет чего повышается биологическая ценность белка. Но одновременно снижаются его функциональные свойства, в первую очередь растворимость. И сокращается «технологический потенциал» белка, т. е. возможность его дальнейших превращений при обработке.

Термообработка улучшает вкус и запах белкового продукта в результате денатурации ряда ферментов, удаления низкомолекулярных компонентов. Про-

дукты с окисленными липидами неприемлемы, имеют пониженную биологическую ценность и, возможно, токсичны.

Негативное влияние излишне жесткой термообработки на качество белка обусловлено разрушением части термолабильных аминокислот, например цистина. При термообработке наблюдаются процессы химической модификации остатков других незаменимых аминокислот, обусловленные их окислением или взаимодействием с окисленными формами других компонентов продукта. Окислителем может быть кислород атмосферный или растворенный в воде и пероксид водорода, используемый во многих технологических процессах. Окисление вызывает снижение биологически доступных серусодержащих аминокислот, а также триптофана, серина и треонина.

Допустимая интенсивность термообработки зависит от состава перерабатываемой системы и продолжительности нагревания. При распылительной сушке растворов изолятов наблюдаются лишь незначительные изменения ввиду кратковременности высокотемпературной обработки и интенсивного испарения воды.

Негативный эффект термообработки заключается в рацемизации ряда аминокислотных остатков, некоторые из них (например, остатки D-лизина) не усваиваются организмом и могут являться ингибиторами протеолитических ферментов. Изомеризация аминокислот при нагревании растворов белка быстрее протекает в щелочных средах, чем в кислых. Ее протекание в щелочных средах существенно зависит от величины рН и температуры (в 0,05–0,1 М растворе NaOH при 55 °С не наблюдается, но становится значительной в 0,2 М растворе NaOH при 80 °С).

Щелочную обработку белка широко используют для выделения изолятов белка, при производстве пищевых волокон, для частичного гидролиза белка с целью повышения его растворимости и др. При этом необходим тщательный контроль режимов, чтобы обеспечить максимально возможную биологическую ценность и функциональные свойства обрабатываемого продукта.

Как и нагревание, охлаждение перерабатываемых пищевых систем оказывает различное влияние на качество готового продукта. Так, замораживание рыбы сопровождается частичной денатурацией белков.

Таким образом, температурно-временные режимы процесса производства пищевого белка являются одним из наиболее важных факторов, определяющих качество белка, их необходимо тщательно анализировать и контролировать, их подбирают эмпирически и оптимизируют для достижения максимально возможных показателей качества продукции.

Экстракция. Огромное значение для качества белка имеют условия стадии экстракции. На практике ее осуществляют двумя способами:

- из сырья экстрагируют антипитательные и другие нежелательные компоненты, повышая тем самым концентрацию в нем белка;
- из сырья экстрагируют белковую фракцию, которую после фильтрования или центрифугирования экстракта отделяют от сопутствующих примесей, белок осаждают из раствора. Этот прием используют при получении изолятов белка, в том числе из рыбного сырья.

Возможно использование обоих способов в одном технологическом процессе. В первом основное значение имеет эффективность растворения экстрагируемых небелковых веществ, во втором – эффективность фракционного растворения и осаждения белка.

В обоих случаях процесс экстрагирования включает четыре стадии: растворение нужного компонента сырья в экстрагенте, отделение полученного раствора, концентрирование отделяемого компонента и регенерация экстрагента. Требования к экстрагенту сводятся к его селективности, легкости выделения (фракционирования) из него белка или других веществ и простоте регенерации.

Селективность экстрагента обеспечивается подбором его состава и рН, а также условий предварительной обработки исходного сырья.

Для поддержания высокой концентрации экстрагируемого компонента (в системе жидкий экстрагент – твердое сырье) используют непрерывные и противоточные экстракторы. Технологическая схема может включать и несколько экстракторов для последовательного применения различных экстрагентов для фракционного растворения компонентов сырья. Для регенерации водных растворов обычно применяют методы центрифугирования, ионного обмена, сорбции и обратного осмоса. При этом из сырья можно выделять белки, жиры и т. д.

Необходимо отметить существенное негативное влияние пенообразования при перемешивании на выход и состав белков. Пенообразование обусловлено высокой пенообразующей способностью растворов белков и диспергированием в них воздуха при интенсивном перемешивании системы экстрагент – белковое сырье. Интенсивное пенообразование нежелательно, так как ограничивает полезный объем и производительность аппаратуры, и снижает чистоту продуктов. Для пен характерна сорбция тонко измельченных твердых и жидких частиц (явление, используемое при их флотации и отделении). В пене могут быть удержаны и сконцентрированы липиды, волокна и другие нерастворимые в водной среде компоненты. Высокая стабильность пен обычно затрудняет последующую очистку белка.

Наряду с условиями экстрагирования (фракционного растворения) на состав и свойства белка влияют условия его фракционного осаждения из растворов. На этой стадии необходимо принимать во внимание два взаимосвязанных фактора: возможность соосаждения целевых белков с другими компонентами экстракта (липиды) и влияние условий осаждения на выход белка (полноту его осаждения) и плотность осадка. Желательно, чтобы частицы белка были достаточно крупными и плотными, чтобы осадок было удобно промывать, фильтровать и отделять центрифугированием.

Вид и состав осадка зависят от условий осаждения белка, концентрации, состава и температуры исходного раствора, состава и скорости добавления осадителя (обычно растворы кислот). Соосаждение с белком различных веществ обусловлено взаимодействием компонентов экстракта в ходе осаждения, включением примесей в частицы осаждаемого белка или в межчастичный объем его осадка, а также их адсорбцией на поверхности частиц белка. Явление соосаждения характерно для белков (например, высокое содержание солей, витами-

нов и липидов в твороге). Соосаждение обычно затрудняет очистку белков от липидов. Соосаждение снижает выход белка и производительность процесса.

Обоснование рациональной технологии выделения белка

Источниками пищевого белка являются: мясо наземных животных, птицы, яйца, соя, молоко (казеинаты), различные гидробионты, а также белки молочной сыворотки и крови, картофеля, злаковых (пшеничный глютен), костные белки, а также белки микроорганизмов.

Трудности получения пищевого белка, обусловленные его гетерогенностью, обычно связаны с различиями в растворимости и изоэлектрических точках не столько разделяемых, сколько выделяемых фракций белка. Многообразие белков в сырье приводит к тому, что выход белка, его биологическая ценность и функциональные свойства зависят от выбора экстрагента и осадителя.

Рассмотрим общие требования к средам, используемым для растворения и осаждения белка.

Требования к растворителям и осадителям белка весьма близки. Они должны:

- для максимально высокой степени очистки белка избирательно растворять и осаждавать лишь белковые фракции сырья;
- обеспечивать полноту растворения и соответственно осаждения белков;
- не вызывать деструкции, химической модификации и денатурации белков;
- быть достаточно дешевыми и регенерируемыми, а в стадии экстракции и осаждения давать минимум твердых и жидких отходов.

Полностью этим требованиям не отвечает ни один из используемых растворителей и осадителей белков. Вода дешева, доступна и сравнительно легко регенерируется. Она хорошо растворяет альбумины и глобулины. Недостаток воды как экстрагента обусловлен фракционированием и снижением выхода белков, а также неустойчивостью процесса экстракции ввиду изменения рН и состава растворителя по мере растворения в воде белков, солей и других компонентов сырья. Кроме того, сырье может различаться по составу, содержанию солей и белка, как и используемая вода может иметь различный минеральный состав и рН.

Лучшие результаты можно получить при использовании для экстракции белка растворов солей. Растворы солей могут быть эффективными экстрагентами, особенно при рН, отличающемся от ИЭТ белка. Использование солей для осаждения белка ограничивается тем, что высаливание белка обычно наблюдается при высоких концентрациях солей. Но использование солей для осаждения белка позволяет осуществлять выделение отдельных фракций белков.

Преимущественно для экстракции белка и его осаждения используются разбавленные растворы щелочей и кислот в связи с рядом причин.

Во-первых, растворимость белка обычно в большей степени зависит от изменения величины рН, чем от концентрации солей. Поэтому растворение и осаждение белков при изменении рН требует меньше экстрагентов, чем при использовании солей. В результате нейтрализации разбавленной щелочи кис-

лотой, наоборот, образуется относительно небольшое количество солей, снижаются затраты на переработку стоков и регенерацию воды.

Во-вторых, для большинства белков характерны минимальная растворимость при ИЭТ и увеличение растворимости при удалении от ИЭТ, что обеспечивает бóльший выход и меньшее фракционирование, чем солевые растворы. Недостаток этих сред – они не обеспечивают осаждения альбуминов (например, альбумины молока остаются в сыворотке). ИЭТ выделяемых белков должны быть близкими. Но ИЭТ многих белков близки, но не совпадают, что приводит к снижению выхода и изменению фракционного состава белков. Существенно, что ИЭТ белков могут изменяться при комплексообразовании белков с различными компонентами сырья.

В сильно щелочных средах возможно протекание различных нежелательных процессов химической модификации белка и снижения его биологической ценности. Осаждение белка в ИЭТ может приводить к образованию устойчивых агрегатов его молекул и снижению последующей растворимости. Поэтому концентрирование белка методом ультрафильтрации или другими без осаждения в ИЭТ позволяет получать более высокие выходы и растворимость.

В качестве осадителей можно использовать смешивающиеся с водой органические растворители, например метанол, этанол, изопропанол и ацетон.

Преимущества их: достаточно высокая универсальность, снижение эффекта фракционирования и повышение выхода белка; селективность и возможность снизить содержание в белке липидов, пигментов, ароматических, вкусовых и других веществ; они относительно легко удаляются при сушке белка в мягких условиях, а также легко регенерируются дистилляцией с меньшими затратами энергии, чем на перегонку воды или удаление специфических ароматических и других нежелательных веществ из белка путем перегонки с паром.

Недостатки их: на процесс влияет присутствие солей и рН; осадители способны вызывать денатурацию белка, понижая растворимость и другие функциональные свойства. Уже при относительно невысоких концентрациях спирты могут существенно снижать термостабильность белка, что приводит к денатурации и агрегации макромолекул. По этой причине осаждение и промывку белков спиртами обычно проводят при низких температурах.

Для осаждения белка часто используют метод термоденатурации. Термоденатурация дополняет методы кислотного и солевого осаждения. Этот метод позволяет выделять отдельные фракции с повышенными функциональными свойствами и биологической ценностью. Для этого используют известные различия белков по термической стабильности. Это позволяет денатурировать при определенной температуре часть белковых компонентов раствора, оставляя нативными другие белки и облегчая последующее разделение нативных и денатурированных белков. Этот метод осаждения недостаточно селективен и по этой причине затруднено обеспечение высокого выхода и чистоты белка.

Термоденатурация не всегда приводит к потере растворимости, но обычно вызывает снижение функциональных свойств из-за снижения способности к конформационным превращениям при последующей переработке. Термодена-

турация может приводить к ухудшению органолептических свойств из-за сорбции денатурированным белком липидов, пигментов, веществ с нежелательными вкусом и запахом. Она также требует значительного расхода энергии из-за необходимости нагревания больших объемов водных растворов белков.

Интересен метод осаждения белков с помощью анионных полисахаридов (альгинаты, пектины, карбоксиметилцеллюлоза). Они снижают потери при выделении и являются универсальными осадителями белков. Преимущество их в том, что образующиеся комплексы по существу представляют собой новый класс пищевых биополимеров, функциональные свойства которых могут варьировать в широких пределах. Недостаток – зависимость состава и физико-химических свойств комплексов от условий получения (рН, присутствия солей и порядка смешения компонентов).

В последнее время широко применяют методы ультрафильтрации и обратного осмоса с помощью мембран, избирательно проницаемых для молекул растворенных веществ (ультрафильтрация) или только для молекул растворителя – воды (обратный осмос). В основе этих процессов лежат осмос и диализ, обусловливаемые стремлением системы к выравниванию концентраций компонентов и их химических потенциалов в фазах, разделенных полупроницаемой мембраной.

Разработан принцип концентрации и очистки белков – безмембранный осмос. В его основе два физико-химических явления: ограниченной термодинамической совместимости белков с полисахаридами и другими белками в растворе и явление осмоса между растворами с разным химическим потенциалом растворителя. Применение термодинамически несовместимых веществ, например, водных растворов белка и полисахарида, позволяет получать двухфазную жидкую систему – эмульсию типа вода в воде. Равновесие в такой двухфазной системе устанавливается в результате переноса воды из одной фазы в другую. Одна из фаз системы (обычно раствор белка) концентрируется, а другая (раствор полисахарида) – разбавляется. Равновесные по составу фазы разделяют с помощью сепаратора.

Поверхность раздела фаз в такой водной эмульсии с размером дисперсных частиц в несколько микрон чрезвычайно высока. Метод безмембранного осмоса отличается высокой производительностью. Он удобнее, чем ультрафильтрация: отпадает необходимость использовать, периодически чистить и заменять мембраны. Полисахариды, особенно анионные, можно регенерировать и повторно использовать. Этот метод можно применять для концентрирования всех белков. Условия ограниченной термодинамической совместимости белков и полисахаридов различаются в зависимости от типа белков (альбумины, глобулины, глютеины и белковые комплексы, например с липидами), а также от типа полисахаридов (нейтральных и анионных). Можно подобрать условия, при которых введение полисахарида в раствор белка позволяет фракционировать, сначала сконцентрировать и отделить нежелательные, например, липидо-белковые комплексы, а затем сконцентрировать другие компоненты раствора.

По сравнению с биологическими функциями белка его функции в пищевых системах менее разнообразны и критичны. Так, термоденатурация лишает белок биологической активности, но не делает его непищевым. Напротив, она может повышать его биологическую ценность, т. е. способность к перевариванию. Создается три основных направления переработки белкового сырья, заключающиеся в унификации свойств белка:

- нативные белки лишают уникального разнообразия по биологическим и физико-химическим свойствам за счет снижения их растворимости. Это позволяет экстрагировать нежелательные компоненты при производстве концентратов белков;
- метод унификации свойств состоит в гидролизе (ферментативном или химическом), разрушающем уникальную структуру белков на хорошо растворимые фрагменты. Прием был развит раньше, чем производство концентратов белка (соевые и рыбные соусы, пасты). Недостаток гидролиза: он лишает белок возможности выполнять структурные функции в пищевых системах и ограничивает сферу применения гидролизатов;
- используя различные растворители и осадители, можно получать отдельные фракции белка пищевого и кормового назначения.

С производством изолятов белка развивается новая пищевая технология.

Если при производстве изолята белка желательна высокая селективность как растворителя, так и осадителя, то при производстве концентратов наилучшими экстрагентами являются наиболее селективные осадители белка. Иначе говоря, лучшие осадители белка (водные растворы этанола или кислоты с рН, равными ИЭТ белка) являются лучшими экстрагентами небелковых примесей. При этом фракционирование белка нежелательно, поскольку уменьшается его выход, часто снижается биологическая ценность. Фракционирование полезно в случае, если получаемая фракция имеет более высокие, чем у суммарного белка, функциональные свойства (например, целесообразно отделение водорастворимой фракции рыбного белка, включающей вкусовые и ароматические составляющие рыбы).

Из-за низкой скорости диффузионных процессов равновесие в системе белок – экстрагент устанавливается крайне медленно. Растворение идет через стадию набухания и обычно ускоряется при нагревании и перемешивании (последнее приводит к вспениванию белка). Быстрее устанавливается равновесие между экстрагентом и твердой фазой (сырья) при экстракции низкомолекулярных веществ. Поэтому при получении концентратов процесс экстракции низкомолекулярных компонентов сырья более производительен, чем экстракция белка при производстве изолятов.

Состав белкового осадка, его чистота, средний размер частиц и их однородность зависят от условий осаждения белка. Скорости подачи осадителя и его смешивание с раствором должны быть таковыми, чтобы не создавать высоких локальных концентраций осадителя в области ввода его в раствор белка, что может вызвать денатурацию части белка, образование гель-частиц (гель-фракции), крупных пористых частиц с развитой поверхностью, усилить сорбцию, соосаждение и необратимое связывание с белком нежелательных примесей.

Эти негативные эффекты снижаются при уменьшении концентрации осадителя и увеличении скорости перемешивания системы. Но снижение концентрации требует увеличения объемов осадителя (и стоков). Поэтому для достижения максимально возможного выхода осадка необходимо интенсивное перемешивание системы. Существенно, что диффузия макромолекул белка, их агрегация и аггломерация частиц осадка, достижение ими равновесного состояния – весьма медленные процессы, они обычно ускоряются при нагревании и перемешивании. Но от этих параметров процесса зависят технологические характеристики осадка (его фильтрование, отстаивание, центрифугирование, промывка) и выход белка.

Следует сказать, что ни один из рассмотренных растворителей не отвечает в полной мере перечисленным требованиям. Их выбор носит компромиссный характер и зависит от специфики перерабатываемого сырья, аппаратурных и технологических возможностей, определяется экономическими соображениями при обеспечении критериев качества белка.

Осадок белка сушат под вакуумом, распылением или методом сублимации. При сублимационной сушке белковые продукты рекомендуется предварительно замораживать, что позволяет избежать денатурационных изменений. Лучшие результаты при замораживании продукта до температуры минус 18 °С и его хранения в замороженном состоянии до удаления не менее 90 % воды.

Во время сублимации продукт должен оставаться замороженным. Температура греющих плит сублиматора не должна превышать 60–70 °С, а конечная температура продукта 38 °С. Сублимация белковых масс происходит значительно дольше. Ее применяют в биохимических лабораториях в качестве метода сохранения белков, однако общие изменения за счет денатурации в продуктах, высушенных и сублимацией, могут быть довольно значительными. Изменения белков вызывает удаление воды во время сушки. Эти процессы не идентичны тепловой денатурации, но в конечной стадии сушки, если температура верхних слоев продукта возрастает до 30 °С, может наступить денатурация и под действием тепла.

Получение изолятов белков из бобов сои (СБИ)

Использование при производстве мясных изделий изолированных белков, являющихся вторичным либо побочным продуктом в смежных с мясной промышленностью пищевых отраслях, т. е. комбинирование мяса и белковых ингредиентов, обладающих высокой пищевой ценностью и заданными функционально-технологическими свойствами, является перспективной задачей.

Соевые бобы отлично зарекомендовали себя у многих народов мира как продукт питания и корм для животных. Из соевых бобов получают масло и муку, приготавливают разнообразные блюда и приправы с высокой пищевой ценностью. Развитие химии пищи позволило из соевого шрота (соевых хлопьев), побочного продукта получения соевого масла, выделять методом щелочной экстракции белковый компонент, который после очистки от примесей превращают в соевый белковый изолят (СБИ). В течение двух-трех десятилетий сое-

вый белковый изолят стал составной частью рецептур изделий из мяса, молока, птицы, продуктов повышенной биологической ценности, регулируемой калорийности, геронтологического, детского, диетического и специального питания (таблица 10.2.1). Успех заключается в экономике, технологии и качестве СБИ.

Таблица 10.2.1 – Химический состав СБИ различных марок

Содержание копонентов , % ($m \pm 0,5$)	Супро 500Е	Супро G200
Белок	92,5	91,5
Вода	5,0	6,0
Жир	0,8	0,2
Клетчатка	0,1	0,8
Зола	3,8	3,8
pH	7,1	7,1

Белок бобов сои занимает лидирующее положение. Стадиями процесса производства обезжиренной муки, крупки, хлопьев из бобов сои является очистка исходных бобов от посторонних примесей, их сушка, дробление, удаление оболочек (до 95 % и более), подсушивание, экстракция, удаление растворителя, помол и классификация. Возможно получение необезжиренной муки, муки низкой жирности и обезжиренной соевой муки, концентратов и изолятов.

Изоляты можно получать из необезжиренной или обезжиренной муки, обезжиренных соевых хлопьев, бобов сои. Для растворения белков (рисунок 10.2.1) используются растворы щелочей или кислот с осаждением белков в изоэлектрической точке.

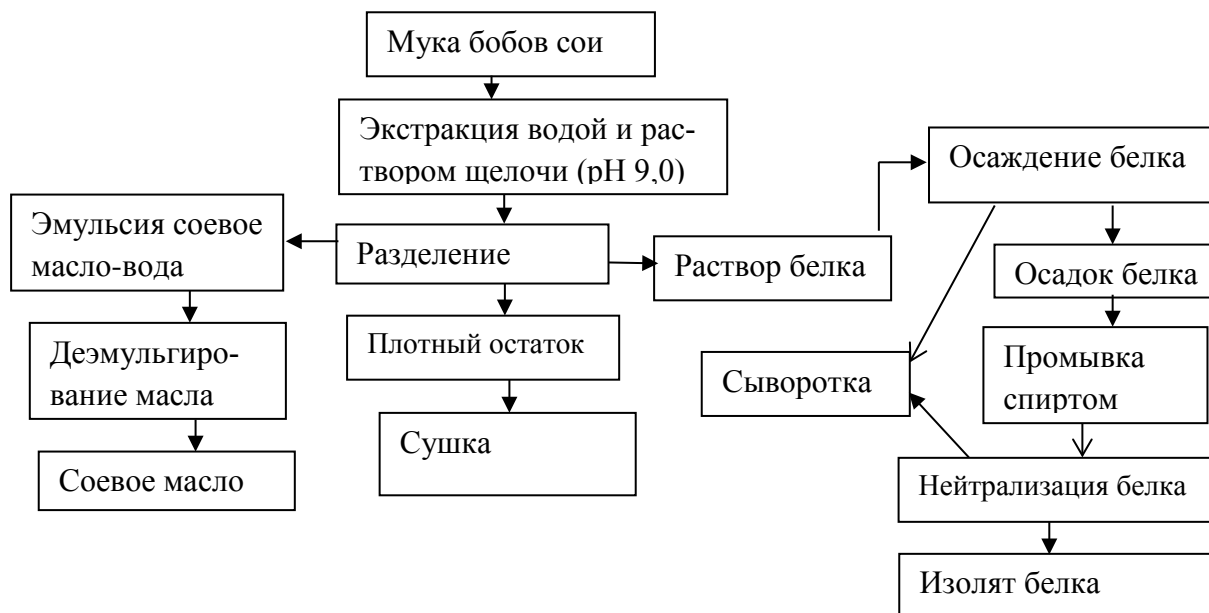


Рисунок 10.2.1 – Технологическая схема получения изолята белков сои

Для обезжиривания изолятов используют различные растворители, в том числе изопропиловый спирт. Осажденные и обезжиренные белки отмывают водой от растворителя и солей, образующихся при нейтрализации кислот или щелочей.

Технология белковых продуктов из гидробионтов

К числу этих белковых препаратов относятся гидролизаты рыбного белка (ГРБ), рыбные белковые концентраты (РБК) и изоляты рыбного белка (ИРБ). Производство рыбных белковых препаратов постоянно возрастает в Японии, США, Норвегии, Польше, Германии. Характеристикой белковых препаратов является высокое содержание белка (80–90 % в пересчете на сухое вещество).

Концентраты белка из рыбы и морепродуктов известны человечеству давно, но объектом научного исследования во многих странах они стали только в последние 50–60 лет. Основными методами получения белковых препаратов в настоящее время являются биологические, химические и смешанные.

Гидролизаты

Гидролизаты получают из различного сырья (растительного, животного и водного происхождения) растворением белков кислотами, щелочами (химический гидролиз), используя комплекс собственных ферментов сырья (автопротеолиз) или применяя различные коммерческие протеолитические ферменты. Преимуществом *ферментативного гидролиза* являются мягкость действия на белки, устранение опасности разрушения, рацемизации аминокислот и образования вторичных продуктов. При благоприятном гидролизе конечный продукт содержит те же аминокислоты и в том же соотношении, что и исходное сырье.

Уникальные свойства гидролизатов: высокая растворимость, термостабильность, способность выдерживать температуру пастеризации, низкая вязкость при высоких концентрациях – позволяют использовать их для создания белковых напитков, коктейлей. Они хорошо сочетаются с различными добавками, придающими продукту ту или иную консистенцию (пенящуюся, желеобразующую, эмульгирующую), запах, цвет и т. д. Диетическое питание с белковыми гидролизатами назначают для поддержания баланса азота в период роста, физиологических нагрузок (младенчества, беременности) или заболеваний. Производство рыбных белковых гидролизатов имеет большое значение в решении проблемы азотистого питания. В этом отношении показателен опыт стран Востока (Китай, Япония и др.), где продукты белкового гидролиза являются массовыми. В Индии из мяса акул и скатов получают гидролизат белка в виде порошка кремового цвета, который применяют для больных, страдающих от недостатка питания, а также больных язвой желудка и 12-перстной кишки. Для ферментирования рыбы предложено использовать молочную пахту, сыворотку, которые способствуют уничтожению рыбного запаха и привкуса.

В Великобритании выпускают гидролизаты для приготовления супов из рыбы, устриц, креветок и другого подобного сырья.

Рыбные гидролизаты продаются в виде соусов со вкусовыми добавками (чеснок, имбирь, перец и др.) или без них. Они имеют специфический вкус, легко усваиваются организмом и являются источником полноценных аминокислот. Существует такой способ: рыбу солят сухим посолом (20–30 % соли от массы). Подпрессовывают и оставляют на несколько дней. Через определенное время из рыбы выделяется жидкая протеиновая фракция. Плотный остаток об-

рабатывают несколько раз морской водой, получая следующую протеиновую фракцию. Из этих протеиновых фракций после смешивания готовят соусы.

Кислотный гидролиз. Это широко распространенный способ, при котором в качестве расщепляющих белок реагентов используют соляную или серную кислоту. Для каждого вида сырья подбирают соответствующие условия гидролиза.

В России разработаны режимы кислотного гидролиза рыбы и беспозвоночных для получения пищевых гидролизатов с приятным специфическим вкусом и мясо-грибным ароматом. После нейтрализации гидролизаты можно использовать как основу для соусов, а также как вкусовые и обогатительные добавки в различные изделия из рыбы и мяса.

Ферментативный гидролиз. Исследования по ферментативной технологии из рыбного сырья проводились в Польше, США, Японии, Великобритании, в нашей стране. В странах Юго-Восточной Азии (Вьетнам, Камбоджа, Лаос) ферментативные гидролизаты широко используются в качестве приправ к различным блюдам, при приготовлении рыбных соусов.

Белковые гидролизаты, получаемые с помощью ферментативного гидролиза, содержат наиболее полный набор аминокислот, представляют собой многокомпонентные смеси: олигопептиды разных размеров, смеси пептидов с аминокислотами и свободные аминокислоты, обладают рядом технологических свойств, которые делают их привлекательным источником белка при приготовлении лечебно-профилактических и обычных пищевых продуктов.

Технологическая схема получения рыбных белковых гидролизатов включает следующие основные операции: измельчение сырья, разжижение тканей рыбы в процессе гидролиза, отделение нерастворившегося остатка, обезжиривание и концентрирование жидкой фракции, сушка. Измельченное рыбное сырье перед гидролизом подогревают до температуры, благоприятной для деятельности ферментов. Вносят ферментные препараты. В процессе гидролиза перемешивают, контролируют температуру и рН. По окончании гидролиза ферменты инактивируют, изменяя рН или повышая температуру до 100 °С.

Гидролизаты состоят преимущественно из пептидов и аминокислот, они в основном водорастворимы.

Состав белковых гидролизатов определяется видом сырья, а также субстратной специфичностью ферментов, осуществляющих гидролиз. В настоящее время для получения ферментативных гидролизатов обычно используют препараты из животного сырья – поджелудочной железы крупного рогатого скота и свиней, содержащие преимущественно эндопептидазы: трипсин и химотрипсин, а также экзопептидазы (амино- и карбоксипептидазы). Оптимальное сочетание эндо- и экзопептидаз обеспечивает наиболее полный гидролиз и уменьшение горького вкуса в продукте. Используются и микробные протеазы.

Рыбные белковые концентраты

Сырьем для производства РБК могут служить свежая или мороженая рыба, потрошенная или без разделки, рыбная мука, отходы от разделки (филетирования) рыбы, ракообразные (криль) или отходы от разделки ракообразных и других беспозвоночных (крабы, кальмары). Производство рыбных концентратов получило широкое распространение в период Великой Отечественной войны. Но из-за низких вкусовых качеств вскоре после войны ее выпуск был прекращен. Рыбные белковые концентраты получают тремя основными способами: экстракционным, биологическим (ферментативным) и смешанным.

Экстракционные способы получения РБК. Методы получения РБК, основанные на удалении из рыбы-сырца влаги, жира и жироподобных веществ с помощью органических растворителей, получили наибольшее распространение в 60-е годы XX в. В качестве экстрагентов были испытаны различные вещества: изопропиловый, изобутиловый, этиловый и другие спирты, петролейный, диэтиловый и метиловый эфиры, гексан, бензин, дихлорэтан, этилендихлорид и смеси этих растворителей. Наиболее часто при производстве РБК экстракционным методом в качестве растворителя применяют изопропиловый спирт.

Способы многоступенчатой экстракции органическими растворителями не оправдали себя. Белковые концентраты, получаемые с их помощью, отличаются высокой пищевой ценностью и светлой окраской, отсутствием специфических вкуса и запаха, но применение их ограничено отсутствием функциональных свойств, таких как растворимость в воде, эмульгирующая и пенообразующая способности; другим серьезным недостатком их является высокая себестоимость.

Изоляты рыбного белка (ИРБ)

Технология белковых изолятов (рисунок 10.2.2.) относится к процессам, позволяющим рационально использовать водное животное сырье, особенно малоценную рыбу. Ученые работают над созданием технологии функциональных белковых изолятов из рыб и нерыбных объектов (кальмаров, криля и др.).

Общая характеристика ИРБ. По содержанию белка (88–94 %) и количеству незаменимых аминокислот они превосходят РБК и аналогичные продукты. Изоляты обладают многими ценными функциональными свойствами (растворимость в воде, эмульгирующая, пенообразующая способности и др.). Установлено, что эмульгирующая способность ИРБ в 3,3 раза выше, чем у казеината натрия, и в 2 раза выше, чем у изолята соевого белка. Наличие этих ценных функциональных свойств позволяет широко использовать ИРБ в различных отраслях пищевой промышленности.

Белки гидробионтов являются неустойчивыми соединениями и эти свойства присущи прежде всего белкам саркоплазматической фракции. Эти белки необратимо денатурируют и содержат вещества, способствующие появлению и развитию специфического запаха в процессе обработки и последующего хранения. Наиболее важными технологическими процессами при получении белковых изолятов являются выделение из сырья и разделение двух главных белковых фракций мышечной ткани рыб (миофибриллярной и саркоплазматической).



Рисунок 10.2.2 – Технологическая схема производства белковых изолятов из гидробионтов

Белки рыбы состоят на 20–30 % из саркоплазматических и на 75–80 % из миофибриллярных. Теоретически считают, что 65–75 % белков мяса рыбы может быть выделено в виде изолятов. Выделение белков из мышечной ткани

осложняется тем, что кроме белков в ней содержатся липиды, небелковые азотистые вещества, представленные пептидами, аминокислотами, свободными аминами, триметиламином, мочевиной и другими веществами.

Технология белковых изолятов из рыбы включает четыре основные стадии: растворение белка в водной среде с определенным значением рН, удаление нерастворимого осадка (костей, чешуи и т. д.) из раствора, выделение белка из раствора в виде творожистого сгустка путем изменения рН или другим способом, очистку и высушивание белковой фракции.

Изучение влияния таких факторов, как рН, температура экстракционной среды, соотношение массы рыбы и объема раствора, используемого для экстракции, и др., показало, что для разных видов рыб эти параметры несколько колеблются, но при рН среды от 2 до 11 обнаруживается сходство в изменении растворимости белка. Минимальная растворимость белка при рН 5,0–6,0.

Предложена следующая *технологическая схема получения сухого белкового изолята из мелких океанических рыб*.

Размораживание и мойка. Размораживание проводят в чистой проточной или периодически сменяемой воде, температурой не выше 18 °С. Соотношение рыбы и воды 1 : 2. Допускается размораживать рыбу на воздухе при температуре не выше 20 °С с последующей мойкой в воде. Размораживание считается законченным, когда температура в теле рыбы достигает минус 5–0 °С.

Измельчение. После мойки рыбу целиком без разделки пропускают через волчок с диаметром отверстий решетки 9 мм.

Промывание фарша. Фарш промывают водой с температурой не выше 18 °С в емкостях из нержавеющей стали, снабженных мешалками (40–60 об/мин) при непрерывном перемешивании в течение 3–5 мин. Соотношение воды и фарша 3:1. Промывные воды с частичками внутренностей, чешуей и частью выделившихся из рыбы липидов отделяют на центрифуге или при помощи специальных водоотделительных устройств.

Извлечение белка. Промытый фарш смешивают с 0,25%-ным раствором гидроксида натрия, подогретым до 60 °С. Соотношение фарша и раствора 1:5. Для полного извлечения белков смесь постоянно перемешивают в течение 45 мин. Температура смеси должна быть 45 ± 2 °С, рН от 11 до 12. Для извлечения белков используют котлы из специального материала, разрешенного для использования при работе с кислотами и щелочами, с электромешалкой и паровой рубашкой для поддержания заданной температуры процесса.

Отделение белкового раствора. Отделение белкового раствора от твердого остатка (кости, чешуя) проводят на центрифуге или сите. Белковый раствор собирают в емкость, оборудованную мешалкой.

Осаждение белков и отделение их от раствора проводят постепенным добавлением в белковый раствор 2%-ного раствора соляной кислоты при постоянном перемешивании до получения рН 4,6–5,0. Ориентировочная продолжительность внесения кислоты составляет 10–15 мин, а количество 2%-ного раствора кислоты на 100 дм³ составляет порядка 15–20 дм³ и уточняется в каждом конкретном случае. Осажденные белки в растворе выдерживают для формиро-

вания и уплотнение осадка 30–60 мин без перемешивания и направляют на центрифугирование для отделения белковой массы.

Обезжиривание. Осажденные белки переносят в емкость, оборудованную мешалкой. Обезжиривание проводится добавлением к белковой массе подогретого до 45 °С изопропилового спирта при постоянном перемешивании всей массы в течение 5 мин. Белок отделяют на центрифуге и вновь направляют на обезжиривание. Экстракцию (обезжиривание) повторяют не менее 3 раз.

Массовая доля липидов в сухом обезжиренном продукте должна быть не более 0,2 %.

Промывка белка и обезвоживание. Обезжиренную белковую массу промывают водой при температуре 45 °С при соотношении массы и воды 1:5. Промывную воду после каждой промывки отделяют центрифугированием. Промывку проводят не менее 3 раз до исчезновения запаха изопропилового спирта.

Нейтрализация проводится для сдвига рН полученного белка от изоэлектрической точки и повышения его растворимости. Для нейтрализации можно использовать 0,1 М раствор гидроксида натрия, который необходимо добавлять к влажному изоляту небольшими порциями, тщательно перемешивая и доводя рН до 7,0.

Сушка белкового изолята. Сушку белкового изолята проводят в сублимационных и вакуум-сушильных аппаратах до конечной температуры в продукте не выше 37 °С или в распылительных сушилках, при этом температура на входе продукта в аппарат должна быть не выше 150 °С, на выходе – не выше 40 °С. Массовая доля влаги в продукте в конце сушки должна быть не более 6 %.

Измельчение. Высушенный препарат подвергают измельчению на коллоидной мельнице и пропускают через магнитный сепаратор

Фасование, упаковывание, маркирование. Фасуют сухие белковые изоляты в мешки бумажные непропитанные 3–5-слойные с полиэтиленовыми вкладышами или в пакеты пленочные предельной массой не более 20 кг. Маркировку проводят по ГОСТ Р 51074–2003 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования», а также в соответствии с нормами, установленными в Технических Регламентах Таможенного Союза на отдельные виды пищевой продукции (ТР ТС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции»).

Хранение. Хранят сухие белковые изоляты при температуре воздуха не ниже 5 °С и не выше 20 °С и относительной влажности не более 75 %. Срок хранения не более 12 месяцев в чистых, сухих, хорошо вентилируемых помещениях.

10.3. Задания и методические указания по их выполнению

Студенты для выполнения заданий разбиваются на группы по три-четыре человека и работают совместно.

Задание 10.3.1. Изучить теоретический материал по характеристике и способам производства гидролизатов, концентратов и изолятов белков

Усвоить, какие белковые продукты могут производиться для использования в пищевой промышленности, какими функциональными свойствами должны обладать белковые гидролизаты, концентраты и изоляты.

Задание 10.3.2. Детально ознакомиться с особенностями технологии производства гидролизатов, концентратов и изолятов из гидробиотов и бобов сои

Разобрать особенности химического состава белковых гидролизатов, концентратов и изолятов. Уяснить, какие вещества применяются в качестве растворителей и осадителей при их производстве, какие операции и органические растворители могут использоваться для удаления липидов из сырья.

Задание 10.3.3. Приготовить экспериментальные образцы белковых изолятов из бобов сои и измельченной рыбы

10.3.3.1. Произвести приготовление изолятов белков из бобов сои

Для получения изолята белка бобов сои необходимо использовать очищенные от посторонних примесей бобы (с влажностью около 6 %), предварительно прогретые при 70 °С. Бобы отделить от оболочки, раздробить и измельчить так, чтобы 99 % полученной муки проходило через сито 70 меш и 85 % через сито 100 меш. При взвешивании определить массу муки и отделенной шелухи и посторонних примесей (если имеются).

Полученную муку обрабатывать в экстракторе 12-кратным количеством воды с температурой 60 °С. Затем центрифугированием разделить смесь на три фракции: водный экстракт белка, твердый остаток и фазу масла (эмульсия типа М/В). Взвесить полученные фракции. Разделение можно производить фильтрованием через плотную капроновую ткань. Водный экстракт белка использовать в дальнейшей работе.

Для извлечения белка и липидов твердый остаток диспергировать в 5-кратном количестве раствора гидроксида натрия с концентрацией 0,15 % (0,15 г гидроокиси натрия NaOH на 100 см³ воды). Необходимое количество раствора предварительно рассчитать исходя из массы отделенного на предыдущей операции плотного остатка.

После перемешивания и выдержки смеси для растворения белка при температуре 60 °С в течение 15 мин смесь разделить на экстракт белка и плотный остаток. Все фракции взвесить. Полученный экстракт белка взвесить, объединить с первым (водным) и смесь снова взвесить

В объединенный раствор белка добавлять аккуратно при перемешивании 2 %-ную соляную кислоту до pH 4,5–5 (pH раствора определять по индикаторной бумажке) и осадить белок. Ориентировочно потребное количество раствора

соляной кислоты определить из расчета теоретического расхода ее 15 дм³ на каждые 100 дм³ раствора белка.

Расчет необходимого количества соляной кислоты для приготовления 2%-ного раствора провести с использованием данных, представленных в таблице 10.3.1 (эти данные можно найти в «Справочнике химика» и в интернете), по плотности растворов соляной кислоты и содержанию ее в растворах.

Таблица 10.3.1 – Содержание соляной кислоты в растворах с различной плотностью

d ²⁰	Содержание HCl в растворе		d ²⁰	Содержание HCl в растворе		d ²⁰	Содержание HCl в растворе	
	г/100 г	г/л		г/100 г	г/л		г/100 г	г/л
1,01	2,40	24,24	1,08	16,64	179,70	1,15	30,54	351,20
1,02	4,44	45,29	1,09	18,65	203,30	1,16	32,54	377,50
1,03	6,48	66,74	1,10	20,65	227,20	1,17	34,53	404,00
1,04	8,53	88,71	1,11	22,65	251,40	1,18	36,58	431,6
1,05	10,57	110,99	1,12	24,63	275,90	1,19	38,63	459,7
1,06	12,60	133,60	1,13	26,60	300,60			
1,07	14,63	156,50	1,14	28,56	325,60			

Товарная соляная кислота содержит 36,58 % этой кислоты. Поэтому при расчетах необходимо соблюдать некоторые правила. Для приготовления 2%-ного раствора соляной кислоты в приведенной таблице 10.2.2 найти, что в 1000 см³ (1 л) товарной соляной кислоты, молекулярный вес которой 36,58 г, содержится 431,6 г кислоты. В 1 см³ товарной соляной кислоты будет находиться ее 0,4316 г. Если надо на 100 см³ раствора 2 г соляной кислоты, то можно подсчитать, что объем необходимого количества кислоты составит 2г/0,4316= 4,63 см³.

После осаждения белка полученную смесь выдержать без перемешивания в течение 20–30 мин для формирования осадка. Осадок белка отделить, взвесить и промыть водой при соотношении 1:5. Промывную воду отделить. После взвешивания осадок нейтрализовать, аккуратно добавляя к нему при перемешивании 0,1 моль/дм³ раствор гидроокиси натрия до pH 7,0 (проверять по индикаторной бумажке), смесь, жидкую фракцию и осадок после отделения от жидкости взвесить.

Для обезжиривания осадок смешать с этиловым спиртом в соотношении осадок (изолят): этиловый спирт 1:2. Через 15–20 мин отделить спирт и влажный изолят взвесить, распределить ровным слоем на фильтровальной бумаге и оставить для высыхания. После высыхания соевый изолят взвесить.

По всем операциям производить взвешивание получаемых полуфабрикатов и готового изолята. Определить потери по операциям в процентах к предыдущей операции и составить продуктовый расчет по процессу получения белкового изолята из бобов сои.

Задание 10.3.4. Произвести весовой учет количества сырья, полупродуктов и готовых продуктов по ходу технологического процесса получения белковых изолятов из бобов сои и рыбы и определить потери по отдельным технологическим операциям

Методические указания по проведению весового учета и определения потерь по технологическим операциям

По ходу технологического процесса были произведены взвешивания используемого сырья, добавляемых экстрагентов и осадителей белков, полуфабрикатов и готовых продуктов. На основе этих результатов необходимо рассчитайте потери в процентах к предыдущей операции. Например, для процесса получения белкового изолята из бобов сои расчет может выглядеть следующим образом. Записываем в таблицу 10.3.2 технологические операции.

Таблица 10.3.2 – Порядок расчета весовых потерь по отдельным технологическим операциям приготовления соевого белкового изолята (пример)

Технологические операции	Масса, г или кг	Порядок расчета потерь, в % к предыдущей операции
1	2	3
Сырье – соевые бобы	100 г	При расчетах масса продукта или полуфабриката на предыдущей операции всегда составляет 100 %
Прием сырья	99,0	После удаления испорченных бобов, посторонних примесей осталось 99 г. Потери составляют 1 г. В % к предыдущей операции (от массы принятого сырья) потери надо рассчитать так: 1 делим на 100 и умножаем на 100. Получается, что в данном случае потери 1,0 %
Очистка бобов сои от оболочки	94,0	Из 99 г сырья получили 94,0 г очищенных бобов сои. Следовательно, потери (оболочки) составили 5,0 г. В процентах к предыдущей операции получаем следующее: 5,0 делим на 99,0, умножаем на 100, получаем, потери 5,05 %
Дробление очищенных бобов сои	93,5	Из 94,0 г очищенных бобов после дробления получили 93,5 г дробленых бобов. Потери составят $94,0 - 93,5 = 0,5$ г. При расчете в процентах к предыдущей операции 0,5 делим на 94,0 и умножаем на 100, потери 0,53 %
Просеивание для отделения кусочков оболочки, крупных кусочков сои	89,5	Из 93,5 г получили 89,5 г просеянной муки. Потери составляют 4,0 г. При расчете в процентах к предыдущей операции 4,0 делим на 93,5 и умножаем на 100, получаем 4,28. Потери равны 4,28 %
Экстрагирование белков водой	1163,5	На 89,5 г необходимо добавить 12-кратное количество воды, т. е. $89,5 \times 12 = 1074$ г воды. Суммарное количество (мука соевая + вода) составляет 1163,5 г. На этой операции не потери, а наоборот, увеличение веса на 1074 г. При расчете в процентах к предыдущей операции 1074,0 делим на 89,5 и умножаем на 100, получаем 1200 %. Потери будут со знаком минус, т. е. минус 1200 % (- 1200 %)

1	2	3
Разделение водного раствора белков, жира-эмульсионной фракции и плотного остатка	105,0	На этой операции нас интересует плотный остаток. Масса его пусть будет 105 г. Потери составляют $1163,5 - 105 = 1058,5$ г. При расчете в процентах к предыдущей операции $1058,5$ делим на $1163,5$ и умножаем на 100, получаем 90,97 %, т. е. потери составляют 91 %
Экстракция раствором гидроокиси натрия белка из плотного осадка	630,0г	Соотношение плотного осадка и раствора гидроокиси натрия 1:5. Значит, надо к 105 г добавить $105 \times 5 = 525$ см ³ раствора гидроокиси натрия. Сумма составит $105 + 525 = 630$ г. Опять здесь не потери, а увеличение массы на 525 г. При расчете в процентах к предыдущей операции 525 делим на 105 и умножаем на 100, получаем минус 500 % (- 500 %)
Отделение раствора белка от нерастворившегося остатка	628,0	Пусть масса нерастворившегося остатка 2 г, т. е. потери составляют 2 г. Раствор белка составит $630 - 2 = 628$ г. При расчете в процентах к предыдущей операции 2 г делим на 630 и умножаем на 100, получаем: потери равны 0,32 %
Осаждение белка 2%-ным раствором соляной кислоты	722,2	Если по технологии на 100 см ³ раствора белка необходимо ориентировочно добавить 15 см ³ раствора соляной кислоты, на 628 г раствора белка потребуется $15 \times 6,28 = 94,2$ см ³ соляной кислоты. Плотность такого раствора близка к 1, поэтому можно считать, что добавили 94,2 г соляной кислоты. Суммарная масса раствора белка и соляной кислоты будет $628 + 94,2 = 722,2$ г. При расчете в процентах к предыдущей операции $94,2$ делим на 628 и умножаем на 100, получаем 15,0 %. В данном случае здесь не потери, а увеличение массы, т. е. потери будут со знаком минус, а именно потери равны минус 15,0 % (-15,0 %)
Выделение белка из раствора	78,0	Допустим, что количество выделенного из раствора белка 78 г. Потери составляют $722,2 - 78 = 644,2$. При расчете в процентах к предыдущей операции $644,2$ делим на 722,2 и умножаем на 100, получаем 89,2 %. Потери составляют 89,2 %
Промывка белка водой	468,0	Количество воды для промывки белка определяется из соотношения белковый осадок:вода = 1:5. Если количество белка, выделенного из раствора, составило 78 г, то воды потребуется $78 \times 5 = 390$ г. Суммарное количество белка и воды $390 + 78 = 468$ г. Если после промывки выделено 65 г белка, то потери составляют $78 - 65 = 13$ г. При расчете потерь в процентах к предыдущей операции 13 делим на 78 и умножаем на 100, то получаем 16,7 %
Нейтрализация и отделение белка от раствора	70,0	Если количество белка после нейтрализации стало 70 г, то при расчете потерь в процентах к предыдущей операции $(65 - 70) = - 5$ г делим на 65 г и умножаем на 100 г, получаем минус 7,69 %. Потери со знаком минус составляют 7,69 %.

1	2	3
Обезжиривание нейтрализованного белка этиловым спиртом	65,0	Если количество белка после обезжиривания составило 65 г, то при расчете потерь в процентах к предыдущей операции $(70 - 65) = 5,0$ г делим на 70 г и умножаем на 100 г, получаем 7,14 %. Потери составляют 7,14 %
Сушка обезжиренного белка	15,0	При массе сухого белка 15,0 г при расчете в процентах к предыдущей операции потери равны $65 - 15,0 = 50,0$ г. Потери 50,0 г делим на 65,0 г и умножаем на 100 г, получаем 76,9 %. Потери составляют 76,9 %
Упаковка сухого изолята	14,8	Допустим, что в результате потерь при упаковке масса упакованного белка составила 14,8 г. При расчете в процентах к предыдущей операции потери составляют $(15,0 - 14,8) = 0,2$ г. Делим на 15 г и умножаем на 100 г, получаем 1,33 %. Потери составляют 1,33 %
Выход сухого изолята, % к массе принятого сырья (бобов сои)	14,8	Для определения выхода сухого изолята 14,8 г делим на 100 г и умножаем на 100, получаем 14,8 %

Еще раз обращаю внимание на то, что цифры для расчета приняты условные, они будут отличаться от реальных значений, полученных при взвешиваниях сырья и полуфабрикатов и готового продукта в эксперименте.

Необходимо усвоить порядок расчета потерь при технологических операциях.

Реально получаемые при выполнении лабораторной работы результаты записываем в таблицу 10.3.3.

Таблица 10.3.3 – Порядок расчета весовых потерь (в процентах к предыдущей операции) по отдельным технологическим операциям приготовления белкового изолята

Технологические операции	Масса в г или кг	Потери, в процентах к предыдущей операции, %
1	2	3
Сырье, название		
Прием сырья		
Очистка бобов сои от оболочки		
Дробление очищенных бобов сои		
Просеивание для отделения кусочков оболочки, крупных кусочков сои		
Экстрагирование белков водой		
Разделение водного раствора белков – жиро-эмульсионной фракции и плотного остатка		
Экстракция раствором гидроксида натрия белка из плотного осадка		
Отделение раствора белка от нерастворившегося остатка		
Осаждение белка 2%-ным раствором соляной кислоты		

1	2	3
Выделение белка из раствора		
Промывка белка водой		
Нейтрализация и отделение белка от раствора		
Обезжиривание нейтрализованного белка этиловым спиртом		
Сушка обезжиренного белка		
Упаковка сухого изолята		
Выход сухого изолята, % к массе принятого сырья (бобов сои)		

Задание 10.3.5. Произвести продуктовый расчет производства белковых изолятов из бобов сои

При составлении продуктового расчета можно пользоваться примером, приведенным в таблице 10.3.4. Но расчет необходимо производить для полученного в эксперименте количества сухого белка, например, равного 100 г. Расчет надо начинать с последней строчки таблицы 10.3.4, в которой указывается масса упакованного изолята, и идти по таблице вверх.

Таблица 10.3.4. – Продуктовый расчет – движение сырья и полуфабрикатов при производстве изолята соевых белков (пример выполнения продуктового расчета)

Технологические операции	Потери, в процентах к предыдущей операции, %	Сырье и полуфабрикаты по операциям при получении 100 г сухого соевого изолята, г
1	2	3
Прием сырья	1,0	677,6
Очистка бобов сои от оболочки	5,05	670,8
Дробление очищенных бобов сои	0,53	636,9
Просеивание для отделения кусочков оболочки, крупных кусочков сои	4,28	633,5
Экстрагирование белков водой	- 1200	606,4
Разделение водного раствора белков – жирно-эмульсионной фракции и плотного остатка	91,0	7883,3
Экстракция из плотного остатка белка 0,1%-ным раствором гидроокиси натрия	- 500	709,5
Отделение раствора белка от нерастворившегося остатка	0,32	4256,7
Осаждение белка 2%-ным раствором соляной кислоты	-15,0	4243,1
Выделение белка из раствора	89,2	4879,6
Промывка белка водой	16,7	527,0
Нейтрализация белка	- 7,69	439,0
Обезжиривание нейтрализованного белка этиловым спиртом	7,14	472,8

1	2	3
Сушка обезжиренного белка	76,9	439,0
Упаковка сухого изолята	1,33	101,4
Масса упакованного сухого изолята		100,0
Выход готового продукта, % к массе принятого сырья (бобов сои)	14,8	

Фактические данные по продуктовому расчету выполненного задания занести в таблицу 10.3.5.

Задание 10.3.6. Приготовить экспериментальные образцы белковых изолятов из измельченной рыбы

Для получения изолята белка из рыбы или отходов от разделки рыбы (например, из голов и хребтов, отделяемых при филетировании) предложенную рыбу промыть, разделать (мороженую рыбу предварительно дефростировать), отделив внутренности, промыть пресной водой, измельчить на мясорубке с диаметром отверстий в решетке 5 мм. Взвесить полученную разделанную рыбу и внутренности. После измельчения рыбы взвесить фарш.

200 г фарша промыть водой при температуре 15–18 °С и соотношении воды и фарша 3:1 и перемешивании, промывную воду отделить сначала декантацией, затем фильтрованием через капроновую ткань, отделяющуюся воду отжать. Промытый фарш взвесить. Отделенную промывную воду тоже взвесить.

100 г освобожденной от воды измельченной промытой мышечной ткани (промытого фарша) залить 0,25%-ным раствором гидроокиси натрия (рН 11–12), нагретого до температуры 60 °С, соотношение фарша и раствора 1:5, выдержать при температуре 45 ± 2 °С при перемешивании в течение 45 мин.

Для приготовления 0,25%-ного раствора гидроокиси натрия на каждые 100 см³ воды необходимо взвесить в стаканчик 0,25 г гидроокиси натрия.

После истечения времени нагревания смесь без охлаждения профильтровать через капроновую ткань, отделив раствор белка от нерастворившихся частичек и костей. Раствор белка и нерастворившиеся частички и кости взвесить.

К раствору белков аккуратно добавлять 2%-ный раствор соляной кислоты при перемешивании, довести рН смеси до 4,6–5,0 (ИЭТ, рН проверять с помощью индикаторной бумажки).

Порядок приготовления 2%-ного раствора соляной кислоты приведен в задании 10.3.3.1.

Продолжительность процесса осаждения составляет ориентировочно 10–15 мин. Для достижения требуемого рН количество 2%-ного раствора соляной кислоты на 100 дм³ белкового раствора ориентировочно может составлять 15–20 дм³. Рассчитать количество раствора соляной кислоты, необходимое для осаждения белка из полученного объема или массы белкового раствора из расчета 20 дм³ на 100 дм³. При осаждении белка надо четко ориентироваться на заданный уровень рН (4,6–5,0), не допуская перехода указанного значения рН.

После добавления нужного количества раствора соляной кислоты, достижения требуемого рН смесь взвесить, аккуратно перемешать стеклянной палочкой и выдержать для осаждения белка и формирования осадка в течение 30–40 мин. После этого осадившиеся белки отделить от раствора фильтрованием через капроновую ткань. Раствор и осажденные белки взвесить.

Осажденные в ИЭТ белки для удаления липидов промыть водой и после ее удаления промыть этиловым спиртом, нагретым до температуры 45 °С, соотношение белка и спирта 1:2. Промытые этиловым спиртом влажные белки (рыбный белковый изолят) взвесить, распределить тонким слоем на фильтровальной бумаге и оставить для высушивания. Взвесить белковый изолят после высушивания.

Таблица 10.3.5 – Продуктовый расчет – движение сырья и полуфабрикатов при производстве изолята из рыбы

Технологические операции	Потери, в % к предыдущей операции	Сырье и полуфабрикаты по операциям при получении 100 г сухого изолята, г
1	2	3
Сырье, название, масса в г или кг		
Прием сырья		
Размораживание		
Мойка		
Разделка рыбы		
Мойка разделанной рыбы		
Измельчение		
Экстрагирование белка 0,25%-ным раствором NaOH		
<i>И далее перечислять операции по ходу процесса получения изолятов (по Технологической схеме, рис.10.2.2)</i>		

В таблицу 10.3.5 в столбец «Технологические операции» записать перечень технологических операций процесса получения белкового изолята (см. пример в таблице 10.3.4).

В столбец «Потери, в % к предыдущей операции» записывать потери по операциям, рассчитанные на основании данных взвешиваний по ходу технологического процесса получения белкового изолята, занесенные в таблицу 10.3.4.

В столбец «Сырье и полуфабрикаты по операциям при получении 100 г (или конкретного количества) сухого изолята» записывать результаты, получаемые при расчете с использованием конкретных потерь и масс полуфабрикатов по операциям.

При проведении расчета пользоваться примером, приведенным в таблице 10.3.4.

Задание 10.3.7. Провести оценку качества полученных белковых изолятов из бобов сои и измельченной рыбы по органолептическим и физико-химическим показателям

Органолептические показатели (внешний вид, цвет, вкус, запах, наличие посторонних примесей) определять в соответствии с требованиями ГОСТ 7631–2008. Межгосударственный стандарт «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей».

Методические указания по оценке качества белковых изолятов

Внешний вид и цвет изолятов определять при просмотре готовой продукции, помещенной в цилиндр (емкость) из прозрачного стекла.

Запах определять следующим способом: в сухую коническую колбу с притертой пробкой вместимостью не более 250 см³ насыпать сухие изоляты, закрыть колбу пробкой и после этого прогреть на водяной бане при температуре 100 °С в течение 5 мин. Затем, открыв крышку, определить запах.

Запах можно также определять одновременно с определением вкуса. Вкус белковых изолятов определяют следующим способом: 2 г продукта растворяют в 50 см³ горячей воды в конической колбе с притертой пробкой вместимостью не более 250 см³, колбу закрывают крышкой, перемешивают несколько раз вращательными движениями, а затем, открыв крышку, определяют запах. После этого ложкой отбирают небольшое количество полученного раствора и пробуют на вкус.

Наличие посторонних примесей в продукции определяют одновременно с определением внешнего вида, цвета и вкуса.

Результаты занести в таблицу 10.3.6.

Таблица 10.3.6 – Органолептические и физико–химические показатели белковых изолятов

Показатели	Белковый изолят из бобов сои	Белковый изолят из рыбы (далее указать вид использованной в эксперименте рыбы)
Внешний вид изолятов		
Цвет изолятов		
Запах изолятов		
Вкус изолятов		
Наличие посторонних примесей		
Растворимость изолятов в воде		
Массовая доля воды, %		
Массовая доля жира, %		
Массовая доля минеральных веществ, %		
Массовая доля хлорида натрия, %		

Задание 10.3.8. Определить массовую долю воды в изоляте

Определение массовой доли воды проводить по ГОСТ 7636–85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа». Определение массовой доли воды провести высушиванием до постоянной массы

Методические указания по определению массовой доли воды

При определении массовой доли влаги высушиванием до постоянной массы 3–4 г изолята взвесить на аналитических весах в сухой, предварительно высушенный и взвешенный бюкс с крышкой. Навеску изолятов высушивать до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 105 °С. Первое взвешивание провести через 4 ч после начала высушивания, последующие – через 1 ч. Перед взвешиванием бюкс закрыть крышкой и охладить в эксикаторе около 30 мин. Постоянная масса считается достигнутой, если разница между двумя взвешиваниями не превышает 0,001 г.

Обработка результатов

Содержание воды в изоляте вычислить в % по формуле:

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m}, \%$$

где m_1 – масса бюкса с изолятом до высушивания, г; m_2 – масса бюкса с изолятом после высушивания, г; m – масса навески изолята, г.

Результаты определения массовой доли воды в изоляте занести в таблицу 10.3.6.

Задание 10.3.9. Определить массовую долю хлорида натрия в изоляте

Хлорид натрия образуется при нейтрализации раствора гидроксида натрия, который использовался для растворения белка, раствором соляной кислоты по реакции:



Методические указания по определению массовой доли хлорида натрия

2 г сухого изолята взвесить в химическом стакане с точностью до $\pm 0,01$ г и добавить к ним 100 см³ дистиллированной воды. Через 20–25 мин настаивания (при периодическом перемешивании стеклянной палочкой) водную вытяжку из изолятов профильтровать через бумажный фильтр.

По 10 см³ фильтрата пипеткой или цилиндром перенести в две конические колбы вместимостью 100 см³ и титровать из бюретки 0,05 моль/дм³ раствором азотнокислого серебра в присутствии 0,5 см³ раствора хромовокислого калия до появления оранжевого окрашивания.

Обработка результатов испытания

Массовую долю хлоридов (X) в процентах вычислить по формуле;

$$X = \frac{0,00292 \cdot K \cdot V \cdot 100 \cdot 100}{V_1 \cdot G},$$

где 0,00292 – количество хлористого натрия, эквивалентное 1 см³ 0,05 моль/дм³ раствора азотнокислого серебра, г; K – поправка к титру 0,05 моль/дм³ раствора азотнокислого серебра; V – количество 0,05 моль/дм³ раствора азотнокислого серебра, израсходованное на титрование испытуемого раствора, см³; V₁ – количество водной вытяжки, взятое для титрования, см³; G – навеска, г изолята, взятая для определения массовой доли хлоридов; 100 – количество дистиллированной воды, взятой для растворения изолята, см³.

Результаты определения массовой доли хлорида натрия в изоляте занести в таблицу 10.3.6.

Задание 10.3.10. Определить растворимость белкового изолята в воде

Определение растворимости изолятов, массовой доли воды, жира, минеральных веществ проводят в соответствии с требованиями нормативной документации (ГОСТ 7636–85).

Растворимость белка в воде является одним из важнейших показателей, характеризующих функциональные свойства изолята.

Методические указания по определению растворимости изолятов в воде

Метод основан на извлечении из белка водорастворимой фракции, обезвоживании нерастворимой части центрифугированием, выпариванием, высушиванием и весовом определении ее.

Аппаратура, материалы и реактивы:

весы лабораторные с пределом допускаемой абсолютной погрешности взвешивания не более ±0,01 г;

центрифуга;

шкаф сушильный;

эксикатор;

стаканчики для взвешивания (бюксы) с притертой крышкой;

колба мерная вместимостью 250 см³;

пипетка вместимостью 20 см³;

вода дистиллированная.

Проведение анализа

Навеску белкового изолята (с известной массовой долей воды) массой от 4,5 до 5 г растереть в ступке с небольшим количеством дистиллированной воды в течение 3–5 мин и количественно перенести водой в мерную колбу вместимо-

стью 250 см³, заполняя ее на ¾ объема. Тщательно перемешивать несколько минут для растворения белка. Колбу долить водой до метки и, закрыв пробкой, содержимое взбалтывать, переворачивая колбу 10–15 раз. Содержимое колбы центрифугировать в течение 10 мин со скоростью 3000 об/мин. Пипеткой отобрать 20 см³ центрифугата и перенести в предварительно высушенную и тарированную бюксу.

Бюксу с центрифугатом поместить в сушильный шкаф и выпаривать жидкость при температуре не выше 70 °С.

Остаток в бюксе сушить еще 2 ч при температуре 100–105 °С, затем охладить в эксикаторе и взвесить.

Обработка результатов

Растворимость белкового изолята (X) в процентах к сухому веществу вычислить по формуле

$$X = \frac{m_1 \cdot 100 \cdot V_1 \cdot 100}{m_2 \cdot V_2 \cdot (100 - m)}$$

где m – массовая доля воды в изоляте, %; m₁ – масса сухого остатка после выпаривания 20 см³ центрифугата, г; m₂ – масса белкового изолята, г; V₁ – объем раствора в мерной колбе, см³; V₂ – объем центрифугата, отобранный для высушивания, см³.

Результаты определения растворимости изолята занести в таблицу 10.3.6.

Задание 10.3.11. Определить массовую долю жира в изолятах

Высокое содержание жира может вызывать порчу изолята за счет окисления в процессе хранения. Определение массовой доли жира проводится по ГОСТ 7636–85. «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» в аппарате Соклетта.

Методические указания по определению массовой доли жира в изоляте экстракционным методом по обезжиренному остатку

Метод основан на определении изменения массы образца после экстракции жира растворителем.

Аппаратура, реактивы и материалы:

аппарат экстракционный (аппарат Сокслета, рисунок);

шкаф сушильный лабораторный;

эксикатор;

стаканчики для взвешивания (бюксы) стеклянные или металлические;

весы лабораторные с пределом допускаемой абсолютной погрешности взвешивания не более ±0,001 г или по нормативным документам;

эфир этиловый с температурой кипения 40–60 °С, не содержащий перекисей.

Для определения массовой доли жира использовать навеску, высушенную ранее до постоянного веса при определении массовой доли влаги (см. задание 10.3.8).

Можно взять новую навеску. Для этого 2–5 г исследуемого образца, взвешенных с абсолютной погрешностью не более 0,001 г, высушить в бюксе в сушильном шкафу при температуре 100–105 °С до постоянной массы. Массу образцов до и после сушки записать. Высушенную навеску количественно перенести в пакеты из фильтровальной бумаги размером 8 x 9 см. Стенки бюксы протереть небольшим кусочком ваты, смоченным в эфире, вату присоединить к навеске в пакет из фильтровальной бумаги.

Пакет с навеской вложить в другой пакет из фильтровальной бумаги размером 9 x 10 см так, чтобы линии загиба обоих пакетов не совпадали. Пакеты перевязать хлопковой ниткой. Наружный пакет пронумеровать графитовым карандашом (записать номер пробы или название сырья). Пакет с навеской поместить в бюксу и высушить до постоянной массы в сушильном шкафу при 100–105 °С. Допускается сушить пробы для нежирных продуктов при 100–105 °С непосредственно в пакетах. Высушенный до постоянной массы пакет с навеской поместить в экстрактор аппарата Сокслета (рисунки 10.3.1).

В аппарат Сокслета можно поместить несколько пакетов при условии, что в процессе экстракции все пакеты будут погружены в эфир и будут хорошо им омываться.

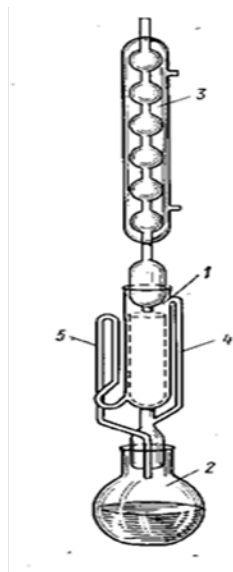


Рисунок 10.3.1. Прибор для количественного определения жира по Сокслету: 1 – экстрактор; 2 – приемная колба; 3 – обратный холодильник; 4 – стеклянная трубка для отвода паров растворителя в холодильник; 5 – сифон, отводящий эфирную вытяжку в приемную колбу

Экстракцию эфиром продолжать в течение 10–12 ч. Окончание экстракции проверять нанесением капли стекающего из экстрактора растворителя на часовое стекло. После испарения растворителя на стекле не должно оставаться жирного пятна.

По окончании экстракции пакет поместить в ту же бюксу, в которой был изолят при определении массовой доли влаги, или другую и выдерживать в вытяжном шкафу для удаления эфира в течение 20–30 мин, затем высушить в сушильном шкафу при температуре 100–105 °С до постоянной массы в течение 1–3 ч. Пакеты охладить в эксикаторе и взвесить с абсолютной погрешностью не более 0,001 г.

Массовую долю жира (X) в процентах вычислить по формуле

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m},$$

где m – масса исследуемого образца, г; m_1 – масса высушенных бюксы, пакета и образца до экстракции, г; m_2 – масса высушенных бюксы, пакета и образца после экстракции, г.

Вычисление проводить до первого десятичного знака. Результаты определения массовой доли жира в изоляте занести в таблицу 10.3.6.

Задание 10.3.12. Определить массовую долю минеральных веществ (зола) в изолятах

Минеральные вещества вымываются при промывке изолята в ходе технологического процесса. Некоторые нерастворимые минеральные вещества остаются в изоляте. При высоком содержании минеральных веществ в изоляте в процессе хранения происходит денатурация белков, что отрицательно сказывается на функциональных свойствах изолята, в первую очередь его растворимости.

Под общей золой, или минеральными веществами, понимают остаток, который получается при полном сжигании всех органических веществ навески продукта в муфельной печи. Обычно такую золу называют сырой, т. е. с примесями. В их состав могут входить механические примеси в виде песка, некоторые консервирующие вещества, а также несгоревшие частички углерода. При озолении в зольные вещества переходят и те элементы, которые в самом продукте входили в состав его органических соединений.

Методические указания по определению массовой доли минеральных веществ (зола)

Метод основан на удалении органических веществ из навески анализируемого продукта сжиганием и определении массы зола взвешиванием.

Аппаратура, материалы и реактивы:

весы лабораторные с пределом допускаемой абсолютной погрешности взвешивания не более $\pm 0,001$ г;

электропечь сопротивления лабораторная;

тигли фарфоровые;

эксикатор;

шкаф сушильный;

электроплитка бытовая.

Методические указания по проведению анализа

Навеску сухого изолята от 1,5 до 2 г, взвешенную на аналитических весах с абсолютной погрешностью не более 0,001 г, поместить в предварительно прокаленный, доведенный до постоянной массы фарфоровый тигель, осторожно

обугливать массу на электроплитке до прекращения выделения дыма, а затем озолять в муфельной печи при температуре 500 °С. Цвет рыхлой золы может быть белым, желтым, серым, оранжевым и другим, но зола не должна содержать черных вкраплений.

После озоления массы в муфельной печи тигель с золой охладить в эксикаторе и взвесить на аналитических весах с абсолютной погрешностью не более 0,001 г.

Обработка результатов испытания

Массовую долю золы (X) в процентах вычислить по формуле

$$X = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 100}{m},$$

где m – масса навески исследуемого образца, г; m₁ – масса пустого тигля, г; m₂ – масса тигля с золой, г.

Вычисление проводить до второго десятичного знака. Результаты занести в таблицу 10.3.6.

Задание 10.3.13. Рассмотреть полученные результаты и сделать вывод по проделанной работе

Рекомендуемая литература

1. Биотехнология гидробионтов / О. Я. Мезенова [и др.]. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2005. – 461 с.
2. Толстогузов, В. Б. Новые формы белковой пищи (Технологические проблемы и перспективы производства) / В. Б. Толстогузов. – Москва: Агропромиздат, 1987. – 303 с.
3. Толстогузов, В. Б. Искусственные продукты питания / В. Б. Толстогузов. – Москва: Наука, 1978. – 232 с.
4. Основы современных технологий переработки мяса. Краткий курс: в 2 ч. / А. Б. Лисицин [и др.] – Москва: Учебный центр «Протеин Технолоджиз Интернэшнл», 1994. – Ч. 1. Эмульгированные и грубоизмельченные мясопродукты. – 295 с.
5. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.consultant.ru. 2016. – 265 с.
6. ТР ЕАЭС 040/2016 Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.consultant.ru. 2018. – 118 с.
7. ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.consultant.ru. 2011. – 29 с.
8. ГОСТ 7631-2008 Межгосударственный стандарт «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей». – Москва: Стандартинформ, 2011. – 12 с.
9. ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа». – Москва: Стандартинформ, 2010. – 127 с.
10. Биотехнология морепродуктов: учебник / Л. С. Байдалинова [и др.]. – Москва: Мир, 2006. – 560 с.
11. Биотехнология рационального использования гидробионтов: учебник / О. Я. Мезенова [и др.]; под ред. О. Я. Мезеновой. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2013. – 416 с.

12. Ферментативные гидролизаты из гидробиотов Тихого океана как основа для создания биологически активных добавок к пище и продуктов функционального питания / Т. Н. Пивненко [и др.]. – Владивосток: Дальнаука, 2015. – 160 с.

13. Пивненко, Т. Н. Технология белковых гидролизатов и продуктов на их основе / Т. Н. Пивненко. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2008. – 169 с.

Вопросы для самопроверки

1. Какое сырье может использоваться для получения белковых препаратов?
2. Какие виды белковых препаратов могут производиться для использования в качестве компонентов продуктов питания?
3. Чем различаются между собой белковые продукты?
4. Какие способы гидролиза используются при производстве белковых гидролизатов, концентратов и изолятов?
5. Почему большое распространение в качестве добавок при производстве продуктов питания получили соевые концентраты и изоляты?
6. Какими свойствами должны обладать растворители белка?
7. Какие задачи выполняют осадители белка при производстве изолятов?
8. Какие виды рыбного сырья могут использоваться для производства белковых гидролизатов, концентратов и изолятов?
9. Какими функциональными свойствами должны обладать белки концентратов и изолятов, используемых при производстве продуктов питания?
10. Какими органолептическими свойствами должны обладать белковые изоляты?

Лабораторная работа № 11

Тема: НАНОТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Цель работы: приобретение знаний, умений и навыков по биотехнологии создания функциональных пищевых продуктов на основе нанотехнологии.

Задачи:

- закрепление знаний в области биотехнологии производства функциональных пищевых продуктов;
- приобретение умений описания потребительских свойств отдельных функциональных пищевых продуктов;
- приобретение знаний о наночастицах и наночастицах, представляющих интерес для пищевых нанотехнологий;
- приобретение знаний о супермолекулах, биомолекулах, мицеллах, липосомах и наноструктурных материалах;
- приобретение знаний по основным направлениям исследований в области пищевых нанотехнологий;
- приобретение знаний об исследованиях, проводящихся для создания нанотехнологий, используемых в производстве пищевых продуктов;
- приобретение знаний по использованию ИНМ в производстве пищевых продуктов;
- приобретение знаний по классификации наноматериалов по структурным признакам;
- приобретение знаний по изучению и обеспечению безопасности нанопродуктов;
- приобретение навыков разработки составов функциональных продуктов с использованием наноингредиентов исходя из способности их удовлетворять потребности организма человека в этих биологически активных ингредиентах;
- приобретение навыков аналитического определения количества растворимых и нерастворимых пищевых волокон ферментативно-гравиметрическим методом.

11.1. Материально-техническое обеспечение

1. Справочно-теоретический материал по нанобиотехнологии и значениям и характеристикам функциональных продуктов.
2. ГОСТ Р 52349–2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения». – Москва: Стандартинформ, 2006. – 22 с.
3. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253–21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп насе-

ления Российской Федерации» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г.). – Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2021. – 72 с.

4. Скурихин, И. М. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микро-элементов, органических кислот и углеводов / И. М. Скурихин, М. Н. Волгарев. – Москва: Агропромиздат, 1987. – Кн.2. – 360 с.

5. Калькуляторы для проведения расчетов;

6. Лабораторное оборудование и химические реактивы для аналитических работ.

11.2. Справочно-теоретический материал

Нанотехнологии относят к числу современных перспективных технологий. Их применяют при обработке растительного и животного пищевого сырья; в методах генетической модификации сельскохозяйственного сырья и продуктов из него; при создании продукции функционального назначения; при совершенствовании процессов переработки пищевого сельскохозяйственного сырья и упаковки конечной продукции и т. д.

В США, Японии, странах Европейского Союза перспективные нанотехнологии разрабатываются в рамках национальных программ. Развитию нанотехнологий придается значение в Китае, в странах ЕАЭС (в России, Беларуси). Исследования по нанотехнологиям ведутся в основном в физико-математических, технических, химических и биологических отраслях науки. Пищевые нанотехнологии можно отнести к техническим и биологическим наукам. Но этой проблеме пока уделяется недостаточно внимания, хотя хорошо известно, что пищевые продукты – природные наноматериалы.

Основные направления нанотехнологии в агропромышленном комплексе: возможности применения нанотехнологии в производстве, переработке и упаковке конечной продукции; анализ безопасности пищевых нанотехнологий, а также применение их в утилизации пищевых отходов.

11.2.1. Нанотехнологии в перерабатывающей промышленности

Нанотехнологию можно определить как процесс создания, изготовления и применения структур, устройств, систем и материалов посредством ограничения размеров и формы этих материалов на атомном и молекулярном уровне. Речь об использовании структур, размер которых составляет 100 нм и менее.

Нанотехнология предлагает инновационные подходы для создания новых изделий. Термин «нанотехнология» имеет широкое толкование, но в общем случае предполагает технологические манипуляции с исходными материалами на атомарном, молекулярном или макромолекулярном уровнях. Приставка «нано» (от греч. нанос – карлик) означает миллиардную долю. Один нанометр

(1 нм) – это одна миллиардная доля метра (10^{-9} м) и одна миллионная доля миллиметра. Диаметр одного человеческого волоса составляет около 80000 нм, красного кровяного тельца – приблизительно 7000 нм, молекулы ДНК – от 2 до 2,5 нм и молекулы воды – почти 0,3 нм.

Интерес к нанотехнологии в том, что небольшие размеры придают материалу такие физические и химические свойства, которые в значительной мере отличаются от свойств их аналогов, имеющих более крупные размеры.

Большинство пищевых продуктов содержит частицы естественного происхождения, размеры которых вписываются в наномасштаб. Например, протеины представляют собой обычно сферические структуры размером 1–10 нм. Большинство полисахаридов (углеводов) и липидов (жиров) – это линейные полимеры, толщина которых составляет менее нескольких нанометров. Функциональные свойства многих сырьевых материалов и успешная переработка пищевых продуктов обусловлены наличием, модификацией и возникновением самоформирующихся наноструктур. Примеры таких наноструктур включают плоские упорядоченные структуры волокон целлюлозы в стенках растительных клеток, кристаллические структуры в крахмале и переработанных пищевых продуктов на основе крахмала, которые определяют степень клейстеризации и усиливают полезные диетологические свойства пищевых крахмальных продуктов в процессе переваривания пищи, волокнистые структуры, которые регулируют плавление, формирование и текстуру желатина, и наноструктуры (мицеллы), образующие на границе контакта масла и воды или воздуха и воды и регулирующие стабильность пищевых эмульсий и пен. Общий подход к работе в этой области заключается в разработке носителей или материалов, размеры которых исчисляются нанометрами, для улучшения функционально-технологических характеристик пищевых добавок. Свойства наночастиц также повышают их привлекательность в плане улучшения усвоения и биодоступности дополнительных питательных веществ, таких как витамины, пищевые волокна и микроэлементы. Примером использования нанотехнологии в пищевой промышленности являются материалы, которые контактируют с пищевыми продуктами. Нанокпозиционные материалы получили широкое распространение в качестве упаковок или покрытия, которое наносится на пластиковые емкости в целях ограничения диффузии газа и увеличения срока хранения. Продукты на основе нанотехнологии все шире используются в производстве antimicrobial материалов, находящихся в контакте с пищевыми продуктами, которые поступают в систему сбыта в качестве упаковки или покрытий. Современные исследования таких «чувствительных» поверхностей направлены на разработку материалов с такой поверхностью, которая может реагировать на бактериальное загрязнение и противодействовать размножению бактерий. Существуют также примеры косвенного применения нанотехнологии в пищевой промышленности. Силиконовые чипы изготавливаются с помощью нанотехнологии на протяжении уже более 20 лет и имеются достаточные основания полагать, что сенсоры с наноразрешением, способные обнаруживать химические и биологические загрязнители, будут значительно способствовать повышению

безопасности и качества продуктов питания. Использование наномерных фильтров воды и экологической реабилитации может способствовать повышению безопасности продуктов. Прогресс в области маркировки, в основе которой будет использование полимерных светоизлучающих диодов, может открыть новые способы хранения, отображения и считывания информации на упаковке.

Пищевые добавки. Системы сертификации пищевых добавок обычно строились без учета размера их частиц. В случае наночастиц это, несомненно, является важным аспектом, поскольку наночастицы могут подвергаться в организме иному воздействию по сравнению с их макроаналогами. В этой связи пищевые нормы должны быть, по всей вероятности, более специфичными по отношению к таким аспектам. В 2007 г. Объединенный комитет экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам (JECFA) подтвердил, что ни спецификации, ни допустимые суточные поступления (ДСП) пищевых добавок, которые подвергались оценке в других формах, к материалам, содержащим наночастицы, применяться не должны. Пищевые компании начали обращать больше внимания на сертификацию этих материалов на этапе, предшествующем сбыту, на возможность их обнаружения и другие нормативные аспекты с учетом сопряженного с ними риска.

Материалы, находящиеся в контакте с пищевыми продуктами. Существует множество разработанных на основе нанотехнологий компонентов, утвержденных для использования в материалах, находящихся в контакте с пищевыми продуктами. Виды материалов и условия их использования в разных странах отличаются. Для любого материала, находящегося в контакте с пищевыми продуктами, важно оценить переход наночастиц в пищевые продукты и оценить уровень безопасности этих частиц для здоровья человека. Необходима тщательная оценка экологических последствий, связанных с утилизацией этих материалов.

Сфера биотехнологии, занимающаяся биообъектами и биопроцессами на молекулярном и клеточном уровнях, называется **нанобиотехнологией**. С ее помощью возможно решение многих проблем экологии, здравоохранения, сельского хозяйства, наноэлектроники, национальной обороны и безопасности. Самое перспективное из направлений научных разработок в этой сфере – создание наноконструкций. Большинство растений и животных на 95 % состоят из четырех элементов: водород, кислород, азот и углерод. Особенностью данных биологических нанообъектов является способность к распознаванию объектов на молекулярном уровне, что позволяет им легко собираться и связываться с другими молекулами.

Улучшение генетических свойств возделываемых культур является наиболее перспективным подходом. Нанобиотехнологии, как и классическая селекция, могут оперативно влиять на производство и качество урожая, продуктивность растений, поддержание и воспроизводство сортов, используя генетическую изменчивость и разнообразие, закодированное в нанометровом масштабе в ДНК. Благодаря развитию и применению новых нанобиотехнологических методов появились не только рекомбинантные молекулы ДНК, но и новые

организмы с заданными свойствами, способные ускорить и упростить сельскохозяйственное производство.

Из-за малого размера частиц искусственных наноматериалов (ИНМ) у них новые уникальные свойства, которые отсутствуют у веществ, представленных сплошными фазами или макроскопическими дисперсиями. Такие свойства связаны с увеличением площади поверхности, что приводит к многократному усилению для одной и той же массы вещества процессов, обусловленных поверхностными (межфазными) взаимодействиями. Появляется характерное для наноматериалов значительное усиление взаимодействий с другими материалами и биологическими объектами. Наночастицам присуща высокая способность проникать через биологические мембраны и физиологические барьеры организма. По определению Международной нанотехнологической дирекции нанотехнологии – это «разработка и применение устройств, структур и механизмов нанометрового масштаба». Распространенным термином наномира является термин «наноматериалы». По степени структурной сложности наноматериалы подразделяют на наночастицы и наноструктурные материалы. Наночастицы – это наноразмерные комплексы определенным образом взаимосвязанных атомов или молекул. Из множества наночастиц для пищевых нанотехнологий представляют интерес супермолекулы, биомолекулы, мицеллы и липосомы.

Супермолекулы состоят из молекулы-хозяина с пространственной структурой, в полости которой содержится молекула-гость. Супермолекулы применяются в методах генетической модификации сельскохозяйственного сырья.

Биомолекулы представляют собой сложные молекулы биологической природы, характеризующиеся полимерным строением (например, белки, высокомолекулярные углеводы, антоцианы, полиненасыщенные жирные кислоты ряда ω -3, ω -6 и др.). Они перспективны в процессе создания пищевых продуктов функционального назначения с использованием нанонутриентов, наноструктурированных пищевых добавок.

Мицеллы состоят из молекул поверхностно-активных веществ, образующих сфероподобную структуру. Используются в нанотехнологиях для микрокапсулирования пищевых продуктов.

Липосомы состоят из молекул особых органических соединений – фосфолипидов, образующих сфероподобную структуру. Находят применение в создании пищевых продуктов функционального назначения с использованием нанонутриентов, наноструктурированных пищевых добавок, а также в нанотехнологиях для упаковки пищевых продуктов.

Наноструктурные материалы подразделяются на консолидированные наноматериалы и нанодисперсии. Для перерабатывающей промышленности представляют интерес наноаэрогели, нанопорошки, наносуспензии, наноэмульсии, наноаэрозоли.

Наноаэрогели содержат прослойки наноразмерной толщины, разделяющие поры. Находят применение в наноупаковке пищевых продуктов.

Нанопорошки состоят из соприкасающихся друг с другом наночастиц.

Наносuspензии состоят из наночастиц, свободно распределенных в объеме жидкости.

Наноэмульсии состоят из наночапель жидкости, свободно распределенных в объеме другой жидкости.

Наноаэрозоли состоят из наночастиц или наночапель, свободно распределенных в объеме газообразной среды.

Названные материалы могут использоваться при создании пищевых продуктов функционального назначения, упаковки для пищевых продуктов.

Биологические материалы пищевого производства можно классифицировать как наночастицы: у микроорганизмов размер около 10 нм, у белков, аминокислот, антиоксидантов, витаминов размер молекулы может составлять 1–50 нм.

Исследования в области пищевых нанотехнологий проводятся по направлениям:

- ◆ теоретические и экспериментальные исследования способов получения, свойств и поведения наноматериалов;

- ◆ разработка теоретических основ производства из наноконпозиций пищевых продуктов заданного состава с необходимыми органолептическими показателями;

- ◆ обеспечение и методы оценки безопасности готовых пищевых продуктов, изготовленных по нанотехнологиям;

- ◆ разработка новых упаковочных материалов с использованием нанотехнологий, обеспечивающих высокую сохраняемость и безопасность готового продукта.

В процессе переработки сырья оперируют не отдельными молекулами, а химическими комплексами из сырья и полуфабрикатов. Однако на уровне разработки ассортимента и технологии производства новой продукции невозможно обойтись без использования самых современных методов анализа реологических, физико-химических свойств наночастиц и наноконпозиций, участвующих в образовании тех или иных структур. Структурирование является определяющим для формирования структурно-механических свойств готового продукта.

В числе нанотехнологий в производстве пищевых продуктов используют:

- 1) **нанонутриенты** – пищевые вещества, диспергированные до частиц размером менее 100 нм в целях повышения их доступности;

- 2) **нанотранспортные системы**, призванные повысить усвояемость нутриентов за счет их связывания с наноразмерным носителем;

- 3) **наноинкапсуляты**, позволяющие сочетать в составе комплексного продукта химически несовместимые пищевые вещества;

- 4) **наноструктурированные пищевые продукты и добавки**, придающие продуктам новые, необычные функциональные свойства;

- 5) **наноматериалы**, применяемые при производстве упаковочного материала для пищевых продуктов;

- б) **наносенсоры и нанодатчики** для контроля качества и безопасности пищевых продуктов.

При производстве наноматериалов по новым технологиям возможно проявление у них неизвестных свойств, некоторые могут оказать нежелательное воздействие на организм человека. Особенно важно это для пищевых продуктов, полученных с помощью генетической модификации. Применение нанотехнологий в производстве продукции из продовольственного сырья требует оценки безопасности. Безопасность таких продуктов, а также упаковочных материалов, должна быть оценена независимыми экспертами еще до поступления на рынок.

11.2.2. Использование ИНМ в производстве пищевых продуктов

Нанонутриенты – пищевые вещества, представленные в форме частиц нанометрового размера. Целесообразность и эффективность использования этих веществ определяются известной проблемой малого интервала между адекватным уровнем потребления некоторых микроэлементов и их токсическим уровнем в виде неорганических солей. Актуальна задача получения новых форм микроэлементов, обладающих, по возможности, более высокой биодоступностью и как можно меньшей токсичностью. Результаты показывают, что наночастицы некоторых микроэлементов можно использовать в пищевых технологиях, в частности оксида железа, оксида цинка, нуль-валентного селена, серебра.

Железо (Fe) – эссенциальный микроэлемент, ответственный за физиологические функции: транспорт кислорода, передача электронов по дыхательной цепи, активность многочисленных ферментов и т. д. Потребность в железе для взрослых мужчин 10, для женщин – 18 мг/сут. Недостаток железа относится к числу «глобальных алиментарных дефицитов». В качестве дополнительных источников усвояемого в организме железа рассматриваются такие нетрадиционные формы, как биомасса микроводорослей и наночастицы неорганических веществ – солей и окислов Fe (II) и Fe (III) и элементарного Fe.

В отличие от двухвалентного железа, наночастицы среднего фосфата трехвалентного железа $FePO_4$ более доступны организму животных. В опытах на крысах с дефицитом железа биодоступность нанодисперсного трехвалентного фосфата железа составила 96 %.

При обогащении пищевых продуктов железом в традиционной (солевой) форме отмечаются значительные трудности, связанные с химической несовместимостью ионов Fe (II) с большим числом компонентов рациона, включая многие витамины, полиненасыщенные жирные кислоты, фенольные соединения. Использование нерастворимых и химически инертных наночастиц $FePO_4$, где присутствует трехвалентное железо в составе продуктов с нейтральной средой, имеет хорошие перспективы при обогащении как специализированных пищевых смесей, так и продуктов массового спроса.

В последнее время обсуждается вопрос о свойствах наночастиц *элементарного селена (Se)*, являющегося эссенциальным микроэлементом антиоксидантного действия, участвующего во многих ферментах. При дефиците селена

возможно развитие тяжелых патологий, например эпидемиологическая кардиомиопатия.

Селен поступает с пищей в форме содержащихся в пищевых белках аминокислот селеноцистеина и селенометионина. В качестве источников селена, применяемых при коррекции его дефицита и обогащении специализированных продуктов для энтерального питания и заменителей женского молока, наиболее часто используют неорганические соли – селенат и селенит натрия. Считалось, что элементарный (нуль-валентный) селен биодоступен для человека и животных в очень малой степени. Но перевод его в форму наночастиц размером менее 100 нм дает резкое возрастание реакционной способности.

Исследования биодоступности наночастиц нуль-валентного селена у крыс показали, что наночастицы элементарного селена, введенные в их желудочно-кишечный тракт с недостаточностью селена, могут усваиваться организмом, хотя, возможно, и несколько менее эффективно, чем селенит натрия. Известно о существующей в принципе возможности метаболизации нуль-валентного Se в наночастицах с высокой удельной поверхностью.

При обогащении селеном проблема заключается в риске его токсической передозировки, особенно при использовании растворимых неорганических солей. Токсичность элементарного Se в форме наночастиц низкая по сравнению с аминокислотой селенометионином. Расчетная максимальная доза, не приводящая к развитию видимых вредных эффектов, составила для наноселена 220 мкг/кг в день, что в пересчете на массу тела человека равно 15400 мкг (соответствующая величина для неорганической соли не превышает 400 мкг).

При выборе источника селена следует учитывать, что биодоступность его неорганических солей (селенатов и селенитов) максимальна. Но высокая токсичность неорганических соединений Se значительно ограничивает возможность их использования. Лучшие перспективы имеют его органически связанные формы (селенометионин, селеносодержащая спирулина, автолизат селеносодержащих дрожжей), которые имеют несколько меньшую усвояемость, но менее токсичны, чем неорганические соли. Возможными источниками Se являются наночастицы нуль-валентного селена, токсичность которых ниже, чем у неорганических производных.

Цинк(Zn) входит в состав более 200 функционально активных белков, включая ферменты. Дефицит цинка, связанный с недостаточным потреблением белка животного происхождения, возникновением гельминтозов и развитием диареи, проявляется в первую очередь резкой задержкой роста и полового развития, дерматитом, снижением противоинфекционного иммунитета. Актуально обогащение цинком пищевых продуктов массового потребления.

Развитие нанотехнологии позволяет по-новому подойти к вопросу о формах эссенциальных элементов, применяемых в питании человека. Наночастицы (НЧ) неорганических веществ, в том числе оксида цинка (ZnO), отличаются повышенной способностью к проникновению через биологические барьеры, а также повышенной химической активностью и растворимостью и могут быть эффективным источником в питании человека.

Исследования на животных показали, что наночастицы окиси цинка позволяют восстанавливать недостаток цинка не менее эффективно, чем традиционная форма данного микроэлемента – неорганическая соль $ZnSO_4$, которая используется при обогащении специализированных продуктов для энтерального питания и заменителей женского молока. Но требуются токсикологические испытания в длительном эксперименте.

Металлическое серебро (Ag) в форме наночастиц (НЧ-серебро) применяется в качестве компонента защитных антимикробных покрытий, при производстве средств обеззараживания воды, упаковочных материалов, косметических препаратов, дезинфицирующих средств. Уничтожать бактерии способны очень низкие концентрации наночастиц серебра.

Но эксперименты по токсиколого-гигиенической характеристике наночастиц серебра, вводимых в желудочно-кишечный тракт крыс, свидетельствуют о возможных токсических рисках. В частности, снижается численность бифидобактерий в содержимом слепой кишки крыс, получивших наночастицы серебра. Положительный ингибирующий эффект наночастиц серебра выявлен в отношении популяций лактобацилл, стрептококков и стафилококков.

Таким образом, воздействие наночастиц серебра в высокой дозе (1 мг/кг в день) на кишечный микробиоценоз состоит в возможном ингибировании как некоторых популяций условно-патогенных микроорганизмов, так и полезной симбиотической микрофлоры.

Нанотранспортные системы. Важным видом наноматериалов для производства пищевой продукции являются нанотранспортные системы. Они состоят из биосовместимых, биodeградируемых материалов, таких как пептиды, углеводы или мономеры липидов. Считается, что способность наноструктурированных нутриентов к ассимиляции под действием ферментных систем организма не исключает возможности появления у них и некоторых нежелательных свойств. Возможно, что нанодисперсные липиды и фосфолипиды вследствие высокоразвитой межфазной поверхности могут инициировать процессы перекисного окисления, способствующие нарастанию концентрации перекисных соединений в организме, поэтому важны исследования безопасности наноструктурированных пищевых веществ.

Наноинкапсуляты. Наноинкапсуляты (наноинкапсулированные пищевые вещества) по физико-химической структуре могут быть мицеллами, наноэмульсиями, стабилизированными поверхностно-активными веществами, обращенными мицеллами и эмульсионными пенами. Наноинкапсулировать можно традиционные нутриенты (витамины, липиды, биоантиоксиданты), пищевкусные (приправы) и биологически активные вещества (ферменты). Цель наноинкапсулирования – преодоление несовместимости различных ингредиентов из-за нежелательных между ними химических реакций. Примером несовместимости могут служить некоторые микроэлементы (медь, селен), которые в результате химического взаимодействия с витамином С (аскорбиновой кислотой) могут переходить в бионедоступные для организма валентные состояния.

Наноинкапсулирование может повысить биодоступность биологически активных белков и пептидов, защищая их от деградации желудочным соком.

В обзоре нанотехнологического центра Woodrow Wilson сообщается о наличии на рынке ряда форм нанотехнологических пищевых продуктов, выпускаемых фирмами Германии, США, Израиля и других стран. Они называются: наноразмерные жидкие структуры, нанокластеры, нанокохлеаты, нанолипосомы и археосомы.

Нанолипосомы – двухслойные липидные пузырьки размером от 30 до 100 нм, сохраняющие наноразмер в течение всего периода хранения и применения. В зависимости от расположения в них гидрофильных и гидрофобных группировок нанолипосомы способны инкорпорировать (инкорпорация – включение меньших объектов в состав большего) как водорастворимые, так и жирорастворимые материалы. Выход инкапсулированных в нанолипосомах компонентов осуществляется при сочетании в организме определенных условий, включая наличие пищеварительных ферментов, pH и температурного режима. Существуют разработки по инкапсуляции в нанолипосомы нутрицевтиков биологически активных веществ, а также пищевых добавок, включая консерванты и антисептики.

Археосомы – особый вид липосом, вырабатываемых микроорганизмами, входящими в таксон археобактерий. Они более термостабильны и стойки по отношению к внешним воздействиям, чем обычные липосомы. Существуют разработки по введению в состав продуктов инкорпорированных в археосомы биоантиоксидантов.

Нанокохлеаты имеют многослойную структуру, состоящую из непрерывного слоя твердых липидов с наличием внутренней водной полости. Эта особенность структуры сближает нанокохлеаты с некоторыми видами нанотрубок. Нанокохлеаты устойчивы к деградации кислотами, что позволяет использовать их для инкапсуляции биологически активных веществ, подвергаемых деградации в желудке.

Разработаны самособирающиеся белковые нанотрубки на основе неглубокого ферментативного гидролизата α -лактальбумина молочной сыворотки. Эти искусственные белково-пептидные наноструктуры предназначены для инкапсулирования различных обогатителей с целью повышения их усвояемости и преодоления эффектов несовместимости.

Наноинкапсулирование может применяться и в целях модификации потребительских свойств (например, для маскировки нежелательного вкуса или запаха рыбьего жира).

Существуют различные виды наноматериалов, применяемых при наноинкапсулировании пищевых веществ (рисунки 11.2.1).

Наночастицы – это наноразмерные комплексы взаимосвязанных атомов или молекул. К наночастицам относятся нанокластеры, нанокристаллы (кристаллические наночастицы), супермолекулы, нанотрубки, липосомы, мицеллы, биомолекулы.

Наноматериалы представляют собой ансамбли наночастиц, где последние играют роль структурных элементов. Наноструктурные материалы по характеру взаимосвязи частиц подразделяют на консолидированные наноматериалы и нанодисперсии.

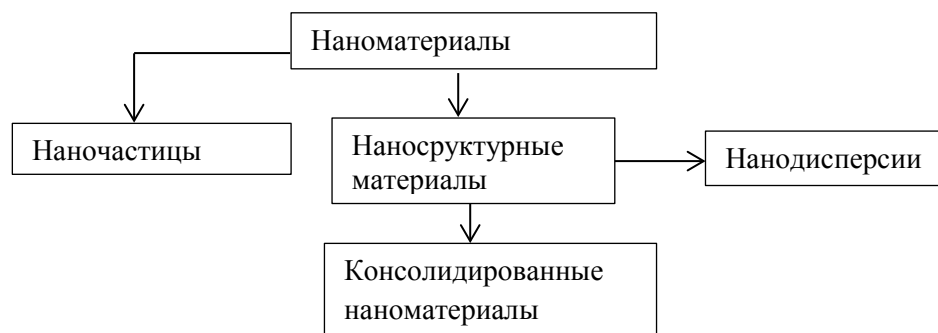


Рисунок 11.2.1 – Классификация наноматериалов по структурным признакам

Консолидированные наноматериалы состоят из наночастиц с фиксированным пространственным положением в объеме материала.

Нанодисперсии – это системы с наноразмерной дисперсной фазой. К ним относят нанопористые материалы, наносuspензии, наноэмульсии, наноаэрозоли. Особой разновидностью наноструктурных материалов являются бимолекулярные комплексы (имеющие место в химическом составе пищевого сырья и продуктах его переработки).

11.2.3. Наноструктурированные пищевые продукты и добавки

Многие фирмы-изготовители предлагают пищевую продукцию, полученную с использованием нанотехнологий. Но есть основания полагать, что некоторые изготовители продукции приставку «нано» используют без достаточных оснований, т. е. маркируемые продукты фактически не содержат наночастицы. И наоборот, продукты, вырабатываемые по традиционным технологиям, могут содержать наноконпоненты, присутствие которых обычными методами установить не удастся. Следует также иметь в виду, что «макроскопические» дисперсии пищевых веществ могут содержать фракции наноразмерных частиц.

Производство биологически активных добавок к пище (БАД) – наиболее быстро расширяющийся сектор использования наноматериалов пищевого назначения. Среди БАД, производимых на основе нанотехнологических подходов, – нанокальций-магний (США), изготовители которого декларируют улучшение физиологической усвояемости минеральных веществ; чай, обогащенный наноселеном (Китай); нанодисперсный водорастворимый коэнзим Q (Великобритания); наноструктурированный спортивный нутрицевтик креатин. Большой интерес представляет технология получения наноструктурированных водорастворимых форм фитостероинов, которая позволяют вводить эти нутрицевтики в

состав напитков и обогащать ими различные традиционные продукты, например хлебобулочные изделия.

По-другому ставится вопрос об использовании наночастиц в качестве пищевых добавок с функциональными свойствами консервантов, наполнителей, текстурирующих агентов (цвет, аромат, текстура).

Наноразмерный аморфный диоксид кремния (SiO_2 , E551), оксид магния (MgO , E530) и диоксид титана (TiO_2 , E171) могут выступать как наполнители и текстурирующие агенты. Наночастицы серебра, которые достаточно широко используются в качестве наружного дезинфицирующего средства в перевязочных материалах, текстиле, фильтрах для воды и напитков, антимикробных покрытиях, в последнее время предлагаются в качестве консерванта непосредственно в пищевых продуктах, а также в БАД – стимуляторов иммунной системы. Из-за неспособности данных наноматериалов к биодеградации, их нерастворимости в воде и биологических жидкостях, а также данных о способности неорганических наночастиц к катализации процессов перекисного окисления вопросы безопасного использования данного класса неорганических ИНМ непосредственно в составе пищевых продуктов требуют тщательного анализа.

Технологии наноинкапсулирования нутриентов в основном базируются на использовании биосовместимых наноматериалов – фосфолипидов и белков.

11.2.4. Наноматериалы, применяемые в производстве упаковочного материала для пищевых продуктов

Основное назначение наноматериалов в упаковках для пищевых продуктов – увеличение сроков их годности. Зарегистрировано более 400 наноматериалов, доля которых в общем объеме упаковок составляет не менее 25 %.

Нанотехнологии позволяют повысить барьерные функции упаковочного материала. За счет уменьшения размеров пор упаковки снижается микробная контаминация. Этому способствует и воздействие УФ-излучения на продукт при введении в упаковку наночастиц диоксида титана. Тонкие пленки, модифицированные наночастицами TiO_2 , характеризуются, в отличие от органических добавок той же функциональности, практически равномерным поглощением УФ-лучей в ближней (290–350 нм) и дальней (250–290 нм) областях.

Наносенсоры и нанодатчики для контроля качества и безопасности пищевых продуктов. При разработке средств контроля содержания и безопасности наночастиц в пищевых продуктах и упаковочных материалах поставлена цель создания комплекса методов, средств и руководств по их применению для контроля наличия и безопасности в пищевых продуктах и упаковочных материалах наночастиц и наноматериалов.

Возрастает разработка и производство контрольно-измерительной аппаратуры, которая используется в нанотехнологических исследованиях. Наиболее плодотворно в этой области работают ученые США, Японии, России, Германии.

Разработка сенсоров на основе наночастиц – новое и быстро развивающееся направление в современном электроанализе, которое, несомненно, расширит границы использования электрохимических методов для контроля качества и безопасности пищевых продуктов.

11.2.5. Нанотехнологии в переработке растительного и животного пищевого сырья

Многие биологические материалы (белково-витаминные добавки, лекарства и др.) классифицируются как наночастицы. Бактерии размерами 1–10 мкм принадлежат к миру мезоскопических масштабов, вирусы размерами 10–200 нм относятся к верхней части диапазона наночастиц, а белки размерами до 50 нм – к низшему нанометровому диапазону. Аминокислоты размером около 1 нм относятся к нижней официальной границе наноструктур. Из 100 имеющихся аминокислот только 20 используются при синтезе белков. При формировании молекулы эти 20 аминокислот соединяются между собой прочными пептидными химическими связями и образуют длинные полипептидные цепи. В некотором смысле цепи можно уподобить нанопроволокам. При изгибах и сворачиваниях полипептидные нанопептиды упаковываются в небольшой объем, соответствующий полипептидной наночастице с типичным диаметром 4–50 нм. Белок – это наночастица из упакованной определенным образом полипептидной нанопептиды.

Генетический материал (ДНК) также имеет структуру упакованной нанопептиды. Ее блоки – четыре нуклеотида, связывающиеся в длинные двойные спиральные нанопептиды. И молекула ДНК – двойная нанопептида, две нуклеотидные нанопептиды закручены одна с другой с периодом 3,4 и 0,2 нм. Упаковываясь в хромосому длиной около 6 и шириной 1,4 мкм, ДНК вынуждена многократно скручиваться и складываться. Сама по себе хромосома не настолько мала, чтобы считаться наночастицей, так как ее размеры лежат в мезоскопическом диапазоне (таблицы 11.2.1 и 11.2.2).

Таблица 11.2.1 – Типичные размеры биологических объектов в нанометровом диапазоне

Тип	Вещество	Размер, нм
1	2	3
Аминокислота	Глицин (наименьшая аминокислота)	0,42
	Триптофан (наибольшая аминокислота)	0,67
Нуклеотид	Цитозин (наименьшая аминокислота ДНК)	0,81
	Гуанинфосфат (наибольшая аминокислота ДНК)	0,86
	Аденозинтрифосфат (АТФ, источник энергии)	0,95
Высшие жирные кислоты	Стеариновая кислота $C_{17}H_{35}CO_2H$	0,87
Молекулы	Хлорофилл растений	1,1

1	2	3
Белок	Инсулин (полипептидный гормон)	2,2
	Гемоглобин (переносчик кислорода)	7
	Альбумин (белок яйца)	9
	Эластин (конструкционное вещество клеток)	5
	Фибриноген (свертывающий кровь)	50
	Липопротеин (переносчик холестерина)	20
	Рибосома (в ней происходит синтез белка)	30
	Гранула гликогена в печени	150
Вирус	Вирус гриппа	60
	Вирус табачной мозаики (длина)	120
	Бактериофаг T,	140

Таблица 11.2.2 – Типичные размеры биологических объектов в мезоскопическом диапазоне

Тип	Объект	Размеры, мкм
Органеллы (структуры в клетках, находящихся вне ядра)	Митохондрии при дыхании образует АТФ	0,5 x 0,9 x 3
	Хлоропласт (происходит фотосинтез), длина	4
	Лизосома (пузырек с ферментами для переваривания макромолекул)	0,7
	Вакуоль амебы	10
Клетки	Бактерии <i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	8
	Тромбоцит крови человека	3
	Лейкоцит (белое кровяное тело)	8–15
	Эритроцит (красное кровяное тело)	1,5–8
Разное	Хромосома человека	9
	Связка в сухожилиях	50–300

11.2.6. О безопасности нанопродуктов

Уникальные свойства нанопродуктов, такие как механическая прочность, особые спектральные, электрические, магнитные, химические, биологические характеристики позволяют использовать их как «волшебный ключ» для создания новых продуктов с заданными свойствами. Нанопродукты находят применение в электронике и энергетике, в химической, пищевой промышленности, генной инженерии. Нанoeлектронные устройства, наномембранные фильтры, катализаторы, светодиоды, нанокосметика, наноодежда – это далеко не полный список продуктов нанотехнологий. Высокая биологическая и химическая активность наночастиц используется в медицине и биологии. Наноструктурные индикаторы, зонды и контрастирующие средства используются в научных исследованиях и медицинской диагностике. Существующие нанобиосенсоры помогают выявлять как полезные биологически активные вещества, так и вредные токсины, патогенные вирусы и микроорганизмы. На основе сконструированных наночастиц биополимеров вырабатываются субъединичные вакцины.

Нанолeкарства обеспечивают точную «адресную» доставку лекарств в нужном объеме к больной клетке. Это очень важно при лечении онкологиче-

ских заболеваний, когда используются лекарства, разрушающие как больные, так и здоровые клетки организма.

В сельском хозяйстве нанотехнологии помогают проводить более эффективную доставку пестицидов и удобрений, а также используются при нанокапсулировании вакцин и для доставки ДНК в растения для целей генной инженерии.

Возможная область применения нанотехнологий в пищевой промышленности также достаточно широкая. Они используются при создании новых пищевых продуктов с целью улучшения их пищевых и вкусовых свойств. С помощью наночастиц можно осуществлять контроль безопасности пищевых продуктов.

Наноматериалы могут использоваться с целью селективного связывания и выведения токсинов и патогенных микроорганизмов из продуктов и в связи с этим улучшать качество пищевых продуктов.

11.2.7. Нормативные подходы к использованию нанотехнологии в пищевой промышленности

Многие органы регулирования проводят оценку имеющейся нормативно-правовой базы регулирования и утверждения пищевых компонентов, которая обеспечивает безопасность пищевых продуктов, на предмет всестороннего отражения в ней нанотехнологий, используемых в пищевых продуктах и материалах, находящихся в контакте с ними. Оценка в отношении наночастиц будет, как предполагается, проводиться по той же схеме оценки безопасности, что и схема оценки других материалов, предлагаемых для использования в пищевых продуктах или материалах, которые находятся с ними в контакте. Большинство научных комитетов, которые анализируют начальные виды применения нанотехнологии, приходят к выводу, что потребители, скорее всего, будут получать от этой технологии определенную пользу. Однако для обеспечения надлежащей оценки безопасности продуктов, в которых используется нанотехнология, могут потребоваться новые данные и новые способы измерения. Например, некоторые наночастицы обладают способностью преодолевать гематоэнцефалический барьер и могут служить носителями для других молекул. Нужна информация о биоаккумуляции и потенциальных токсических последствиях вдыхания и/или попадания в организм через систему пищеварения свободных искусственно созданных наночастиц и об их долгосрочных последствиях для здоровья людей. Наноматериалы могут создать новые проблемы в плане оценки воздействия, включая измерение концентрации наночастиц в организме и сложных матрицах пищевых продуктов.

Высокая химическая активность наночастиц может иметь отрицательный эффект. Комплекс физических, химических свойств наночастиц часто совершенно отличается от свойств этого же вещества в форме сплошных фаз или макроскопических дисперсий. Кривизна поверхности наночастиц и изменение топологии связи атомов приводит к изменению их химических потенциалов.

Это сопровождается изменением растворимости, реакционной и каталитической способности наночастиц и их компонентов. Высокая удельная поверхность наноматериалов (в расчете на единицу массы) увеличивает их адсорбционную емкость, химическую реакционную способность и каталитические свойства. Это может приводить к увеличению продуцирования свободных радикалов и активных форм кислорода и далее к повреждению биологических структур (липиды, белки, нуклеиновые кислоты, в частности, ДНК). Наночастицы, вследствие своих небольших размеров, могут связываться с нуклеиновыми кислотами, белками, встраиваться в мембраны, проникать в клеточные органеллы и, тем самым, изменять функции биоструктур. В настоящее время широко изучается вопрос последствий контактов наночастиц с живыми клетками и органами. Наночастицы могут поступать в организм человека различными путями: через клетки дыхательной системы, желудочно-кишечного тракта, молочной железы, почек, а также через гематоэнцефалический барьер. Доказана возможность поступления наночастиц даже через обонятельный нерв. Не подлежит сомнению, что многие наноматериалы обладают токсичным действием. При этом наиболее изученными являются неблагоприятные последствия ингаляционного поступления наноматериалов в организм человека. Вдыхание наночастиц вызывает не только воспаление легочной ткани, но может и спровоцировать тромбоз кровеносных сосудов. Наночастицы – фуллерены способны повредить ткани мозга. Одной из причин алергизации является поступление в организм наночастиц. Встраиваясь в структуру ДНК и РНК, наночастицы могут вызывать нарушения генома и мутации.

Наноматериалы могут накапливаться и в объектах окружающей среды. Возможно, это связано с тем, что наноматериалы не метаболизируются микроорганизмами и не подвергаются процессам детоксикации, что ведет к их накоплению в растительном, животном или микробном организме и, тем самым, увеличивается их поступление по пищевой цепи в организм.

Учитывая особенные биологические свойства наноматериалов, а также то, что в перспективе ожидается тесный контакт человека с наноматериалами, изучение вопросов потенциальных рисков их использования является первоочередной задачей. Поэтому в нашей стране проведение государственной санитарно-эпидемиологической экспертизы, государственной регистрации на этапах постановки на производство, ввоза в страну, хранения и реализации нанопродукции являются обязательными. Если при производстве продуктов используются наноматериалы, производитель обязан гарантировать их безопасность для здоровья. Выявление потенциальных рисков от использования нанопродуктов проводится как на качественном, так и на количественном уровне. Методы оценки потенциального риска должны осуществлять баланс между безусловным обеспечением их безопасности для здоровья человека, с одной стороны, и насущной необходимостью обеспечения прогресса в производстве нанопродуктов с множеством полезных потребительских свойств – с другой.

11.2.8. Создание продукции функционального назначения с использованием нанонутриентов, наноструктурированных пищевых добавок

Молекулы многих ингредиентов пищевых продуктов имеют наноразмерные характеристики. К таким продуктам относятся функциональные пищевые продукты. Функциональные пищевые продукты, в свою очередь, относятся к продуктам массового потребления и предназначены для питания в составе обычного рациона основных групп населения, но содержат функциональные ингредиенты, оказывающие позитивное воздействие на здоровый организм и при некоторых заболеваниях они занимают среднее положение между продуктами массового потребления и лечебного питания.

Продукты массового потребления – пищевые продукты, предназначенные для питания основных групп населения, выработанные по традиционной технологии.

Функциональные продукты (физиологически функциональные продукты) – пищевые продукты, предназначенные для питания основных групп населения, полезные для здоровья.

Продукты лечебного питания – пищевые продукты специального назначения (для отдельных групп населения) в качестве лечебного приема в комплексной терапии заболевания, с измененным химическим составом и физическими свойствами.

ГОСТ Р 52349–2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения» так обозначает понятие функциональный пищевой продукт:

«Функциональный пищевой продукт – специальный пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, обладающий научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающий дефицит или восполняющий имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе функциональных пищевых ингредиентов.

Функциональный пищевой ингредиент: функциональный ингредиент; физиологически функциональный ингредиент; функциональный компонент; физиологически функциональный компонент; физиологически функциональный пищевой компонент – живые микроорганизмы, вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, входящие в состав функционального пищевого продукта в количестве не менее 15 % от суточной физиологической потребности, в расчете на одну порцию продукта, обладающие способностью оказывать научно обоснованный и подтвержденный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении содержащего их функционального пищевого продукта».

К функциональным пищевым ингредиентам относят растворимые и нерастворимые пищевые волокна (пектины и др.), витамины (витамин Е, токоферолы, фолиевая кислота и др.), минеральные вещества (кальций, магний,

железо, селен и др.), жиры и вещества, сопутствующие жирам (полиненасыщенные жирные кислоты, растительные стеролы, конъюгированные изомеры линолевой кислоты, структурированные липиды, сфинголипиды и др.), полисахариды, вторичные растительные соединения (флавоноиды/полифенолы, каротиноиды, ликопин и др.), пробиотики, пребиотики и синбиотики.

Основными видами загрязнителей организма человека являются окислителями. Они способствуют образованию разрушительных для организма продуктов – свободных радикалов окисления (СРО) и продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) мембран и оболочек клеток, провоцировать возникновение хронических заболеваний, аллергических реакций и иммунодефицитных состояний.

Потребительские свойства функциональных продуктов включают понятие физиологического воздействия, которое проявляется в поддержании нормального уровня холестерина, сохранении здоровых костей и зубов, обеспечении организма энергией, снижении заболеваний некоторыми формами рака.

В последнее время используются семь групп функциональных ингредиентов: пищевые волокна; витамины (С, D, группа В); минеральные вещества; липиды, содержащие полиненасыщенные высшие жирные кислоты; антиоксиданты; олигосахариды; некоторые виды полезных микроорганизмов (рисунок 11.2. 2).



Рисунок 11.2.2 – Основные группы функциональных ингредиентов и требования к ним

Активное развитие получили четыре группы функциональных продуктов – продукты на зерновой, молочной и жировой основе, а также безалкогольные напитки («Food Ingredients», рисунок 11.2. 3).

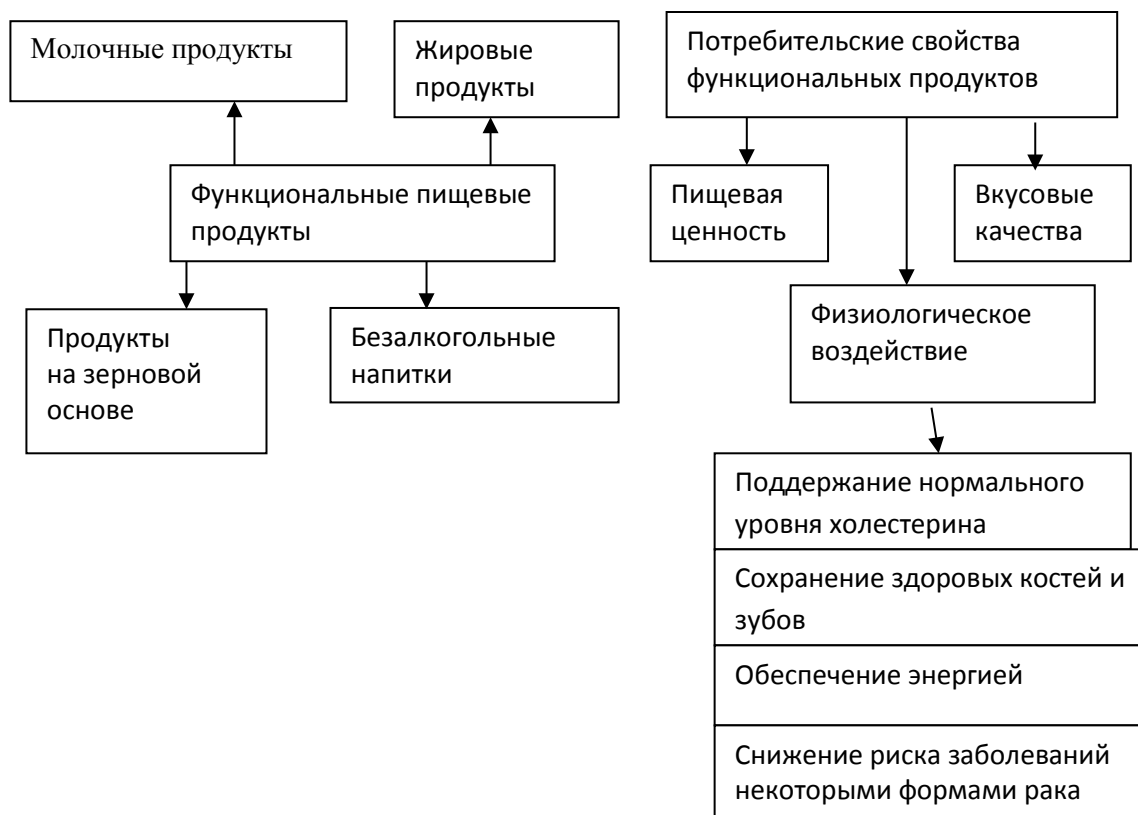


Рисунок 11.2.3 – Основные группы функциональных продуктов, их потребительские свойства

Типичные представители *пищевых волокон* – пектин (растворимое волокно) и целлюлоза (нерастворимое волокно). Пища, богатая волокнами, оказывает положительное воздействие на пищеварение. Растворимые волокна (пектин) оказывают воздействие на обмен холестерина в организме, метаболитами которого являются желчные кислоты. Растворимые волокна способствуют экстрагированию желчных кислот и увеличивают выделение из организма. Они также удаляют тяжелые металлы из организма человека (цинк, медь, свинец и др.). Волокна имеют практическое значение при профилактике сахарного диабета. Высоковолокнистая пища содержит меньше сахаров.

Комплекс витаминов способствует нормальному метаболизму организма человека. Информация об основных полезных веществах, содержащихся в продуктах питания на уровне наноструктур, и той пользе, которую они приносят организму, приведена в таблице 11.2.3.

Таблица 11.2.3 – Полезные вещества (на уровне наноструктур) в продуктах

Полезные вещества	Продукты, в которых они содержатся	Польза для организма
Белки	Молочные продукты, яйца, рыба, мясо, ветчина	Строительный материал организма
Жиры	Растительное и сливочное масла, молочные продукты	Энергия, необходимая для роста и жизнедеятельности, и основные жирные кислоты, способствующие развитию нервной системы
Углеводы	Злаковые каши, хлеб, фрукты, сахар	Энергия, необходимая для развития мышц
Минеральные вещества		
Кальций	Молоко и молочные продукты	Необходим для укрепления костей и зубов
Фосфор	Злаковые каши, рыба	Необходим для укрепления костей
Железо	Зеленые овощи, мясо, печень, шоколад	Способствует возобновлению эритроцитов в крови, предотвращает малокровие
Магний	Злаковые каши, какао	Необходим для правильного функционирования нервной системы
Калий	Фрукты, овощи, мясо, рыба	Регулирует количество воды в организме
Натрий	Соль, ветчина, сыр	Регулирует количество воды в организме
Йод	Рис, рыба	Необходим для правильного развития щитовидной железы
Фтор	Злаковые каши, рыба, спаржа, бананы	Укрепляет зубы и предотвращает кариес
Селен	Морепродукты, рыба, чеснок, отруби, яйца	Входит в состав ферментов антиоксидантной системы, повышает активность витамина Е
Витамины:		
Витамин А	Молочные продукты, сливочное масло, яйца, печень, рыба, фрукты, морковь	Улучшает зрение и необходим для борьбы с инфекционными заболеваниями
Витамин В ₁	Печень, яичный желток, говядина, злаковые каши, яблоки, груши	Обеспечивает нормальную деятельность нервной системы и органов пищеварения
Витамин В ₂	Печень, мясо, злаковые каши, молоко	Способствует развитию органов
Витамин В ₃	Мясо, рыба, курица, злаковые каши	Способствует формированию клеток
Витамин В ₅	Яйца, мясо	Стимулирует рост волос
Витамин В ₆	Кукуруза, зеленый горошек, рыба, ветчина, сыр, груши, бананы	Необходим для создания мышечной ткани
Витамин В ₉ (фолиевая кислота)	Зеленая фасоль, спаржа, морковь, печень	Способствует образованию лейкоцитов и эритроцитов в крови, предотвращает малокровие
Витамин В ₁₂	Печень, рыба, мясо	Способствует образованию эритроцитов
Витамин С (аскорбиновая кислота)	Фрукты, черная смородина, клубника, цитрусовые	Гарантирует высокую сопротивляемость болезням
Витамин D	Молоко, растительное и сливочное масла, яйца, печень	Способствует развитию костей и необходим для усвоения фосфора и кальция, предупреждает появление рахита

Молочные продукты – основной источник эубиотиков, к классу которых относятся живые микроорганизмы, способствующие восстановлению и нормализации функций естественной кишечной микрофлоры. Это молочнокислые бактерии *Lactobacillus Bifidum* и *Lactobacillus Acidophilus*. Размер микроорганизма может составлять от 1 до 50 нм, что определяет его как наночастицу.

Большинство молочных продуктов лечебно-профилактического назначения имеют целью нормализацию микробиоты толстого кишечника человека. До последнего времени использовали преимущественно теорию заселения кишечника экзогенной (чужеродной) микрофлорой с помощью продуктов питания. Но врачи-гастроэнтерологи отмечают невысокую эффективность и неустойчивость результатов такого способа нормализации микрофлоры кишечника.

С 2009 г. появились разнообразные пищевые продукты нового поколения (молочные продукты, каши быстрого приготовления, соки и др.), продукты, обогащенные пребиотиками (лактозула, инулин, диетические волокна и др.), т. е. веществами, стимулирующими рост и жизнедеятельность микрофлоры толстого кишечника. Назначение пробиотиков и пребиотиков показано в таблице 11.2.4.

Таблица 11.2.4 – Оценка функциональных ингредиентов

Пробиотики	Пребиотики
Живые клетки кишечной микрофлоры: лактобациллы, грамположительные кокки, бифидобактерии	Относятся к группе непереваримых углеводов; лактулоза, олигосахариды (фрукто-, галакто- и др.), инулин, лактитол и др.
Пробиотики – строгие анаэробы, т. е. не живут в присутствии кислорода. Отсюда проблема сохранности пробиотиков в процессе производства и в готовом продукте	Они химически инертны и не меняют своих свойств со временем или при контакте с иными пищевыми веществами
Область толстого кишечника (места обитания микрофлоры) достигают в лучшем случае 5–10 % пробиотиков. Большинство погибает в кислой среде желудка, играющего роль антибактериальной камеры	Пребиотики не гидролизуются пищеварительными ферментами и свободно достигают толстой кишки, где избирательно стимулируют рост микрофлоры (лакто- и бифидобактерии) кишечника
В производстве БАДов используются только те виды микрофлоры, которые имеют высокую проходимость через верхние разделы ЖКТ	Пребиотики стимулируют жизнедеятельность всех видов микрофлоры кишечника, которая является сахаролитической микрофлорой
Пробиотики – экзогенная (чужеродная) по отношению к организму человека микрофлора. Трудно приживается (адгезирует) на эпителии кишечника	Пребиотики стимулируют рост и жизнедеятельность собственной (эндогенной) полезной микрофлоры человека, адгезированной на эпителии кишечника
В производстве БАДов и продуктов питания пробиотики требуют контроля со стороны обученного персонала (микробиолога)	Пребиотики очень технологичны и достаточно инструментального контроля со стороны специально обученного персонала
Использование пробиотиков в силу их высокой требовательности к среде обитания ограничено производством определенного числа БАДов	Высокая технологичность пребиотиков открывает широкий горизонт их применения: от стерилизованных напитков до кондитерских изделий

Жировые продукты

Важными функциональными пищевыми продуктами могут стать жировые продукты. Жировые продукты делятся на: безводные (растительные масла, кондитерские, кулинарные жиры) и эмульсионные (спреды, майонезы, соусы).

К функциональным жировым продуктам относят:

♦ купажированные растительные масла со сбалансированным жировым составом, полученные путем смешивания растительных масел разного жирно-кислотного состава;

♦ специальные жировые продукты, предназначенные для промышленной переработки (полуфабрикаты для других продуктов), жировая основа которых содержит купажированные растительные масла;

♦ эмульсионные жировые продукты (спреды, майонезы, соусы, кондитерские кремы и др.), содержащие в жировой фазе купажированные растительные масла и обогащенные функциональными ингредиентами. Использование в рецептуре жировых продуктов пищевых ингредиентов, формирующих качество и функциональность конечной продукции, показано на рисунке 11.2.4.

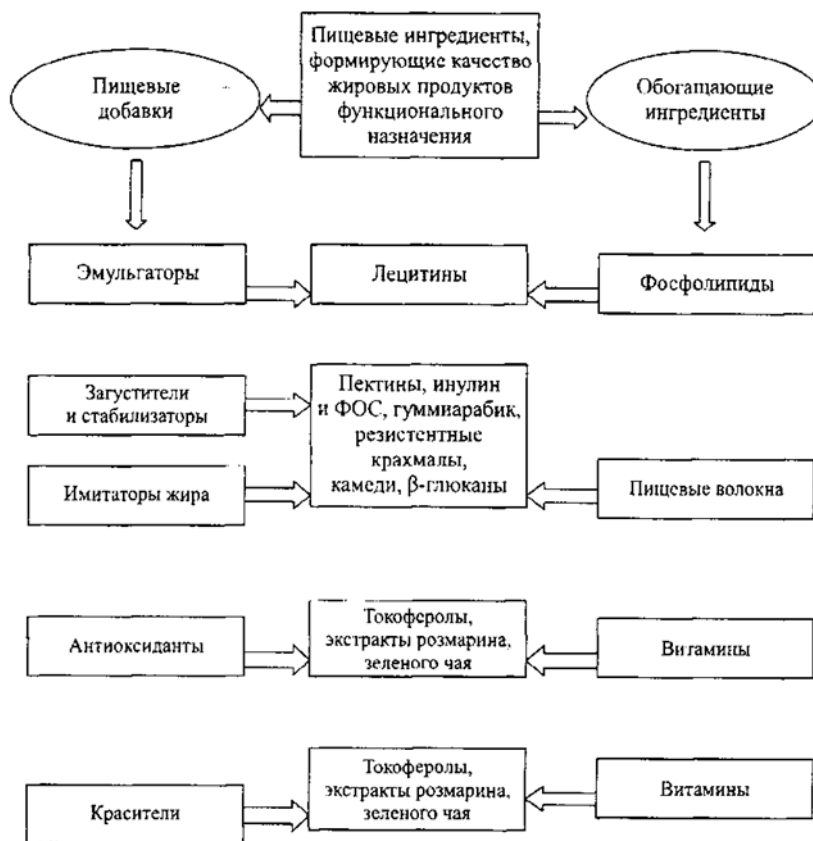


Рисунок 11.2.4 – Особенности применения пищевых ингредиентов в функциональных жировых продуктах

Растительные масла являются одним из основных источников таких незаменимых функциональных ингредиентов, как полиненасыщенные жирные кислоты – линолевая, линоленовая, а также их ценных метаболитов – омега-3 и омега-6 жирных кислот (ω -3, ω -6).

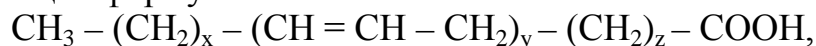
В последнее время установлено, что в структуре питания наших предков содержание омега-3 и омега-6 жиров было уравновешено, что объяснялось биохимическим составом растительной и животной пищи того времени. В последние десятилетия XX в. мясо большинства животных стало содержать больше жирных кислот омега-6 и меньше – омега-3. Содержание омега-3 и в большинстве культивируемых растений стало меньше по сравнению с историческими видовыми аналогами. Количество омега-6 в питании заметно возросло благодаря увеличению употребления в пищу растительных масел: кукурузное, подсолнечное, хлопковое и соевое. А потребление рыбы и морских продуктов, богатых жирами омега-3, значительно сократилось. Соотношение жиров омега-6 к омега-3 в современном питании находится в пределах 20–30 : 1 вместо необходимых человеку 2–3 : 1 или даже 1:1.

Типы жиров и природное содержание в них омега-3 и омега-6 жирных кислот существенно различаются (таблица 11.2.5).

Таблица 11.2.5 – Содержание незаменимых ПНЖК в растительных маслах

Растительное масло	Содержание ПНЖК, %	
	омега-3 (линоленовая)	омега-6 (линолевая)
Подсолнечное	следы	45–68
Соевое	5–14	40–57
Рапсовое	3–13	15–30
Оливковое	–	4–12
Хлопковое	–	40–48
Кукурузное	1,2–2,0	42–45
Рыжиковое	30–42	15,6–25
Льняное	35–65	8,5–30
Кунжутное	0,2–0,3	35,8–55,6
Горчичное	1–2	14,5–30,4
Конопляное	14–28	46–70
Масло зародышей пшеницы	2,5–16	3,5–6

Жировые продукты должны быть важнейшим поставщиком функциональных полиненасыщенных жирных кислот. К этой группе кислот относятся полиненасыщенные жирные кислоты цисконфигурации с числом атомов углерода от 18 до 24 общей формулы



где $x = 1, 4, 5, 7$; $y = 1-6$; $z = 0-7$.

Представителями ПНЖК семейства ω -3 ($x = 1$) являются:

- ◆ α -линоленовая кислота ($\text{C}_{18:3}$);
- ◆ эйкозапентаеновая кислота ($\text{C}_{20:5}$);
- ◆ докозагексаеновая кислота ($\text{C}_{22:6}$).

К ПНЖК семейства ω -6 ($x = 4$) относятся:

- ◆ линолевая кислота ($\text{C}_{18:2}$);
- ◆ γ -линоленовая кислота ($\text{C}_{18:3}$);
- ◆ арахидоновая кислота ($\text{C}_{20:4}$).

Главным источником линолевой и линоленовой кислот служат льняное, соевое, кукурузное масла. При недостатке ПНЖК омега-3 их место занимают поступающие с пищей кислоты омега-6.

Потребление ПНЖК как эссенциального фактора должно соответствовать 4–6 % энергетической ценности суточного рациона. Соотношение омега-6 к омега-3 ПНЖК в рационе здорового человека должно составлять (5-10) : 1. Оптимальное суточное поступление $C_{18:2}$ составляет 8–10 г, $C_{18:3}$ – 0,9–1,2 г и $C_{20:5}$ – 0,3–0,4 г в сутки. Современной задачей является обеспечение поступления всех эссенциальных кислот в количествах, удовлетворяющих физиологические потребности.

Возможны два пути решения этой задачи:

- ◆ увеличение в структуре питания доли масел с повышенным содержанием омега-3 ПНЖК (льняного, рапсового);

- ◆ разработка и организация выпуска сбалансированных смесей растительных масел (так называемых купажированных) с требуемым содержанием и соотношением кислот омега-3 / омега-6 для включения в традиционные рационы питания.

Можно получать масла заданного состава в виде двух- и трехкомпонентных смесей. Наличие смесей масел сбалансированного жирнокислотного состава предоставляет возможности создания жировых продуктов функционального назначения (таблица 11.2.6).

Таблица 11.2.6 – Функциональные ингредиенты в жировых продуктах

Функциональные ингредиенты	Физиологическое воздействие	Суточная потребность
1	2	3
Витамины: А (различные формы)	Обеспечение роста, функционирование органов зрения, поддержание в активном состоянии иммунной системы	0,8– 1,0 мг
Д (различные формы)	Обеспечение усвоения организмом кальция и фосфора, роста развития костей и зубов	2,5 мкг
Е	Антиоксидантный эффект, снижение риска ишемической болезни сердца, онкологических заболеваний, поддержание функций мышечной ткани, улучшение функции половых желез	8–10 мкг
Бета-каротин	Антиоксидантный эффект, снижение риска онкологических и других заболеваний, улучшение работы иммунной и репродуктивной систем организма, профилактика инфекционных и простудных заболеваний, язвенных болезней желудка и двенадцатиперстной кишки	1–2 мг
Полиненасыщенные жирные кислоты	Снижение риска сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, повышение функций иммунной системы, снижение уровня холестерина, повышение устойчивости организма к инфекционным и простудным заболеваниям, профилактика кишечных заболеваний	6–8 % от общей калорийности рациона

1	2	3
Растворимые пищевые волокна (пектины, камеди, альгинаты и др.)	Нормализация работы пищеварительной системы, снижение уровня холестерина	5–6 г
Триглицериды жирных кислот со средней длиной цепи (C ₈ -C ₁₀)	Снижение уровня холестерина	–
Фитостерины	Антиоксидантный эффект, снижение уровня холестерина	0,65–2 г

11.2.9. Эмульсионные функциональные продукты питания. Безалкогольные напитки. Антиоксиданты

Критерии качества и безопасности эмульсионных продуктов определяются с учетом их физико-химических, микробиологических, органолептических и реологических свойств (рисунок 11.2.5).

Пищевая эмульсия должна быть стабильной в течение заданного времени, в ней не должны активно происходить ведущие к порче химические и микробиологические процессы. Она должна сохранять физическую стабильность, не изменять реологические и органолептические свойства под воздействием условий хранения (света, температуры, кислорода воздуха). Требуемое качество эмульсионных продуктов обеспечивается, во-первых, применением специального оборудования, создающего высокую степень дисперсности масла или воды в соответствующей дисперсионной среде, во-вторых, введением в рецептуру пищевых добавок – эмульгаторов, стабилизаторов, загустителей, антиоксидантов, консервантов.

Основа эмульсионных продуктов – прямые (I рода) и обратные (II рода) эмульсии. Прямая эмульсия – это маргарины, спреды, некоторые виды кондитерских кремов.

Преобразование традиционных эмульсионных продуктов в функциональные предполагает решение нескольких задач (рисунки 11.2.5, 11.2.6).

Первая: при формировании свойств, определяющих полезное действие на здоровье человека, для жировых продуктов определяют следующие цели:

- ◆ снижение содержания в составе жирового продукта насыщенных жирных кислот, трансизомеров и холестерина;
- ◆ снижение калорийности продукта;
- ◆ наличие в составе продукта физиологически функциональных ингредиентов в количествах, обеспечивающих требуемый эффект, т. е. сопоставимых с уровнями потребления указанных веществ, рекомендованными ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи».



Рисунок 11.2.5 – Задачи и технологические решения создания эмульсионных продуктов функционального назначения

После выбора направления модификации разрабатывается конкретная технология с учетом необходимости сохранения эффективности функционального ингредиента в процессе производства и в течение всего срока хранения продукта.

Вторая задача связана с технологическим процессом формирования потребительских свойств жирового продукта. Его органолептические свойства должны соответствовать пищевым предпочтениям покупателей. Для этого уточняются рецептурный состав, параметры технологического процесса, определяются стадии внесения обогащающего ингредиента, а также его товарная форма, наиболее подходящая к конкретному продукту. Преобразование тради-

ционного эмульсионного жирового продукта в функциональный можно представить как поэтапное изменение его составляющих (рисунок 11.2.6).

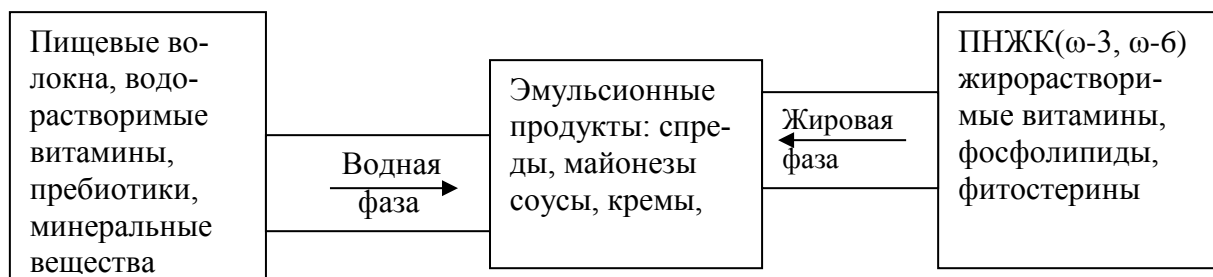


Рисунок 11.2.6 – Схема получения обогащенных эмульсионных продуктов

I этап – изменение состава жировой фазы путем подбора сбалансированной по количеству и соотношению ПНЖК жировой основы, уменьшения или полного исключения из нее холестерина.

II этап – изменение содержания и соотношение в продукте жировой и водной фаз, а именно уменьшение жировой фазы за счет увеличения доли водной фазы. И продукты на основе прямых эмульсий могут перейти из категории майонезов в категорию соусов или заправок. Продукты на основе обратных эмульсий относятся к группе низкокалорийных спредов. Приемом снижения доли жировой фазы является аэрирование – введение в эмульсию не только водной, но и газовой фазы для получения взбитых эмульсионных продуктов.

III этап – введение функциональных ингредиентов стандартными или оригинальными технологиями. Так, для обогащения растительных масел, маргаринов и других продуктов жирорастворимыми витаминами, ПНЖК семейств ω -3 и ω -6, фосфолипидами, как правило, применяют их масляные растворы.

В случае эмульсионных продуктов обогащающие ингредиенты вносят перед стадией получения эмульсии. С жирорастворимыми веществами в эмульсию вместе с водной фазой можно вносить водорастворимые функциональные ингредиенты – пищевые волокна, водорастворимые витамины, минеральные вещества, пребиотики и пробиотики.

IV этап – коррекция органолептических характеристик. Используют вкусоароматические вещества, молочные ингредиенты в натуральном или сухом виде (молоко, сливки, йогурт, пахта, молочный жир); при изготовлении низкожирных спредов или майонезов с целью восстановления полного, насыщенного сливочного вкуса применяют гидроколлоиды – имитаторы жира. Для частичной замены жиров используются модифицированные крахмалы, создающие при растворении в воде мягкие, похожие на жир, стабильные термообратимые гели. В последнее время функции имитаторов жира выполняют камедь трагаканта, инулин, гуммиарабик, которые более точно передают конкретные свойства жиров или масел. Растворимые пищевые волокна с низкой вязкостью – инулин и гуммиарабик в этом случае добавляются в концентрациях, обеспечивающих проявление их полезных свойств.

V этап – введение добавок, продлевающих срок хранения жирового продукта. Антиоксиданты являются обязательным рецептурным компонентом

эмульсионных продуктов, особенно содержащих масла, богатые ПНЖК, которые могут привести к прогорканию жира и окислительной порче продукта. Применение синтетических антиоксидантов в составе полезных для здоровья продуктов нежелательно, поэтому самым распространенным антиоксидантом является токоферол или его комбинации с фосфолипидами. Изучаются антиокислительные свойства растительных экстрактов, например розмарина, зеленого чая и др.

Таким образом, основными физиологически функциональными ингредиентами в составах эмульсионных жировых продуктов являются полиненасыщенные жирные кислоты семейства омега-3/омега-6, фосфолипиды, жирорастворимые витамины, β -каротин, фитостерины, пищевые волокна, водорастворимые витамины, минеральные вещества, пробиотики, пребиотики.

Продукты питания с повышенным содержанием ПНЖК

Основные источники жиров омега-3 – рыба, головной и костный мозг и растительные масла. Рыба богата эйкозапентаеновой (ЭПК) и декозагексаеновой (ДГК) жирными кислотами, овощные масла – α -линоленовой (АЛК). Орехи, семена, овощи, некоторые фрукты, яичный желток, мясо домашней птицы, содержат небольшие количества жиров омега-3. Наиболее богаты АЛК рапсовое и соевое масла – 9,2 и 7,8 % АЛК соответственно. Особенно большие количества АЛК содержит масло из льняных семян. Из жирной рыбы, содержащей большие количества ЭПК и ДГК, выделяют лососевых, скумбрию, сельдь. Например, сырой лосось содержит в 100 г 1,0–1,4 г омега-3 жиров, скумбрия – 2,5 г омега-3 жиров. Содержание омега-3 ПНЖК в некоторых морских продуктах приведено в таблице 11.2.7.

Таблица 11.2.7 – Содержание омега-3 ПНЖК в некоторых морских продуктах

Морские продукты	Омега-3 ПНЖК, % от массы
Скумбрия (Mackerel)	1,8–5,3
Сельдь (Herring)	1,2–3,1
Лосось (Salmon)	1–1,4
Тунец (Tuna)	0,5–1,6
Форель (Trout)	0,5–1,6
Палтус (Halibut)	0,4–0,9
Креветки (Shrimp)	0,2–0,5
Треска (Cod)	0,2–0,3

Растительные источники полиненасыщенных жиров (г/100 г продукта): семена льна – 22,8; ядра сои обжаренные – 1,5; грецкие орехи черные – 3,3; грецкие орехи английские и персидские – 6,8; фасоль обыкновенная сухая – 0,6; соевые бобы сухие – 1,6; зародыши овса – 1,4; зародыши пшеницы – 0,7.

Рекомендуемые дневные нормы потребления полиненасыщенных омега-3 жиров составляют 1,3–1,6 г без учета различий между разными омега-3 жирами. Рекомендуется, чтобы 1,0 % составляли АЛК и 0,5 % ЭПК + ДГК.

Комиссия по медицинским аспектам политики в области питания, в которую входит Великобритания, рекомендует совместный прием ЭПК и ДГК –

0,2 г/день. Австралийские ученые рекомендуют умеренное повышение пополнения источников омега-3 жиров из растительной пищи (АЛК – α-линоленовая кислота) и рыбы (ЭПК и ДГК – эйкозопентаеновая и докозогексаеновая кислоты). Симпозиум специалистов в области питания НАТО рекомендовал совместный прием ЭПК и ДГК в количестве 0,8 г/день.

ВОЗ рекомендует соотношение омега-6 к омега-3 как 5–10:1, специалисты Швеции – 5:1, а японские диетологи в последние годы изменили свои рекомендации с 4:1 на 2:1.

Безалкогольные напитки – это соки и сокосодержащие напитки. Они содержат наноструктуры антиоксидантов (антиокислителей). Биологически активные вещества плодово-ягодного, овощного (т. е. растительного сырья), переходящие в сокосодержащую продукцию, обеспечивают организму человека защиту от неблагоприятных воздействий окружающей среды и, обладая антиоксидантным действием, инактивируют или связывают свободные радикалы, препятствуя развитию цепных свободнорадикальных процессов окисления. Наиболее изучены биофлавоноиды, терпеноиды, полифенольные соединения.

Полифенольные вещества плодов и ягод делят на флавонолы, антоцианы, катехины, фенолкарбоновые и другие кислоты. Биофлавоноиды в сочетании с витаминами А, С, Е, группы В, β-каротином рассматриваются как важнейшие антиокислители. Одно из важнейших свойств антиоксидантов – способность к синергизму. В мире насчитывается более 100 заболеваний, возникновению которых способствуют свободные радикалы. Среди них – атеросклероз, диабет, рак, ревматоидный артрит и др.

Известно свыше 3000 антиоксидантов только растительного происхождения. Они делятся на витамины, биофлавоноиды и ферменты.

1. *Витамины*. Жирорастворимые витамины (А, Е, бета-каротин) нейтрализуют свободные радикалы в клеточных мембранах, а витамин С восстанавливает витамин Е.

2. *Биофлавоноиды*. Действуют как ловушки для свободных радикалов, подавляют их образование и способствуют выведению токсических веществ. Это катехины и кверцетины, которых особенно много в зеленом чае, луке и яблоках.

3. *Ферменты*. Вырабатываются в организме и играют роль катализаторов, ускоряют обезвреживание свободных радикалов. Ферменты-антиоксиданты – супероксиддисмутаза, каталаза.

Для антиоксидантной активности важны *микроэлементы*. Минералы не производятся в организме.

Наночастицы: витамины – антиоксиданты и микроэлементы – катализаторы содержатся не только в соках и сокосодержащих напитках, но также и в других пищевых источниках (таблицы 11.2.8, 11.2.9 и 11.2.10).

Ученые обращают внимание потребителей на черный шоколад, кофе и пряности. Кофе по содержанию антиоксидантов идет вровень с шоколадом, а по каким-то пунктам обгоняет его. Пряности – настоящий клад естественных антиоксидантов. На первом месте корица и гвоздика – в них больше анти-

оксидантов, чем в чернике и клюкве, а сушеные орегано и куркума полезнее земляники и граната (таблица 11.2.8).

Таблица 11.2.8 – Лучшие продукты-антиоксиданты

Продукт	Порция	САРК*
Корица молотая	1 чайная ложка	6956
Черника дикая	0,5 стакана	6714
Гвоздика молотая	1 чайная ложка	6603
Вишня	1 стакан	4873
Черника культивированная	0,5 стакана	4848
Клюква	0,5 стакана	4792
Черная смородина	0,5 стакана	3850
Орегано сушеный	1 чайная ложка	3602
Куркума молотая	1 чайная ложка	3504
Малина	0,5 стакана	3025
Земляника	0,5 стакана	2969
Сок граната	100 мл	2580
Черный перец	1 чайная ложка	580
Имбирь молотый	1 чайная ложка	519

*САРК – степень абсорбции радикалов кислорода. Чем выше этот показатель, тем эффективнее продукт нейтрализует свободные радикалы.

Таблица 11.2.9 – Основные витамины-антиоксиданты

Название	Рекомендуемая суточная доза	Действие	Пищевые источники
Витамин А (ретинол)	900 мкг	Нормализует обмен веществ, улучшает состояние кожи и зрение. Входит в зрительный пигмент, участвует в биосинтезе гликопротеидов	Рыбий жир, масло, яйца, печень, сливки, сыр
Витамин С (аскорбиновая кислота)	90 мг	Нейтрализует свободные радикалы, способствует заживлению ран, участвует в синтезе белков соединительной ткани	Плоды шиповника, цитрусовые, сладкий перец, черника, клюква, квашеная капуста
Бета-каротин	5-6 мг	Восстанавливает липидные мембраны клеток	Фрукты и овощи желто-оранжевого цвета (морковь, тыква, абрикос, персик, апельсин и др.)
Витамин Е	15 мг	Особое строение витамина Е позволяет ему легко отдавать электрон свободным радикалам, восстанавливая их до стабильных молекул	Цельное зерно, салат, ростки пшеницы, соевое масло, арахис, миндаль, брюссельская капуста, шпинат, облепиха

Таблица 11.2.10 – Основные микроэлементы-катализаторы

Название	Рекомендуемая суточная доза	Действие	Пищевые источники
Хром	50 мкг	Поджелудочная железа, зрение.	Субпродукты, морепродукты, пивные дрожжи, чеснок, лук, злаки, яйца, грибы, картофель
Цинк	12–15 мг – для женщин; 15–20 мг для мужчин	Входит в состав фермента, защищающего ДНК клеток от свободных радикалов. Играет важную роль в заживлении ран	
Марганец	2 мг – для женщин, 2,5 мг – для мужчин	Входит в состав марганецзависимой супероксиддисмутазы, защищающей митохондрии от окислительного стресса. Усиливает действие витаминов А, группы В, С, D и E	Крупы, отруби, горох, орехи, чай, соки, овощи, яичный желток, молоко, бананы, печень
Селен	50 мг для женщин, 70 мг – для мужчин	Входит в состав глутатионпероксидазы – одного из важнейших ферментов нашей собственной антиоксидантной системы. Повышает активность витамина E	Морепродукты, рыба, спаржа, чеснок, горчица, яйца, пивные дрожжи, почки, печень, пшеница, кукуруза, соя, отруби, грибы
Кальций	1000 мг – для мужчин, 1300 мг – для женщин	Активизирует ряд важных ферментов. Способствует выведению солей тяжелых металлов и радионуклидов	Молоко, творог, твердые сыры, морская рыба, яйца, зеленые овощи, орехи, гречка

Антиоксидантная система в организме человека после 40 лет хуже справляется с задачей борьбы со свободными радикалами, особенно если человек употребляет некачественные продукты, курит, загорает без защитных средств, живет в экологически неблагоприятной среде. В 90-е годы XX века начался антиоксидантный бум: антиоксиданты стали считать не только «эликсиром молодости», но и чуть ли не панацеей от всех болезней. Однако с каждым десятилетием в продуктах становится все меньше витаминов и микроэлементов. По данным американских ученых, за последние полвека в моркови стало на 24 % меньше железа, в брокколи – на 37 % меньше кальция, в тыкве – на 52 % меньше витамина B₂. Пищевые продукты обогащают биологически активными добавками (БАД). Но антиоксиданты из продуктов более активны, чем искусственно синтезированные.

Для получения функционального пищевого продукта, в который будут внесены наночастицы функциональных ингредиентов, используют следующие этапы (см. рисунок 11.2.5).

Продукты, обогащенные функциональными ингредиентами, в отличие от традиционных, позволяют обеспечить потребность организма в них без избыточных гастрономических нагрузок. Однако простое введение расчетного количества ингредиента, например, кальция, в пищевой продукт не делает его функциональным. Необходимым условием является сбалансированность кальция с фосфором и витамином D, так как эти три нутриента взаимодополняют друг друга в функции формирования минеральной основы костей и зубов. Следует заметить, что ориентация на традиционную пищу в случае с витамином D

не всегда оправданна, так как его основные пищевые источники (яйца, сливочное масло, печень) отличаются значительным содержанием холестерина.

Дополнительно необходимо учитывать зависимость между степенью усвоения пищевого кальция и уровнем поступления магния.

Присутствие пищевых волокон в продукте способствует здоровому состоянию зубов (снижает риск образования кариеса), утолению голода (при снижении энергетической ценности пищи), улучшению состояния кишечной флоры. Они способствуют снижению уровня холестерина, всасывания сахаров и т. п. Однако при создании функционального продукта, содержащего пищевые волокна, следует учитывать, что он объединяет природные вещества различного химического состава и, естественно, неодинаковых свойств. Физиологическое действие растворимых волокон связано с процессами ферментации с участием кишечной микрофлоры, а нерастворимых – с их дезинтеграцией под действием кишечных бактерий.

Внесение биологически активных добавок с высокими дозами антиоксидантов также может быть опасным. Борьба с окислением прокладывает дорогу воспалительным процессам, в основе которых болезни «третьего возраста»: синдром Альцгеймера, артроз, некоторые сердечно-сосудистые заболевания.

Ученые из Гарвардского медицинского центра (США) выяснили, что при онкологическом процессе в организме ударные дозы антиоксидантов начинают работать на благо раковых клеток, делая их более жизнеспособными. Ни в коем случае не следует принимать антиоксиданты при химиотерапии и облучении.

При создании функционального продукта один из основных этапов – выбор и обоснование функциональных ингредиентов, формирующих новые свойства продукта, связанные с его способностью оказывать физиологическое воздействие (см. рисунок 11.2.5). Второй аспект, который является значимым в технологии продукта, связан с возможностью функциональных ингредиентов изменять потребительские свойства пищевого продукта, который не должен отличаться от традиционного. В связи с этим их выбор и обоснование должны осуществляться с учетом совокупности потребительских свойств и целевого физиологического воздействия создаваемого продукта.

Идеальный выход – питаться органическими продуктами, в которых наночастицы пищевых волокон, витаминов, минералов, антиоксидантов и других находятся в естественной форме, наиболее приспособленной для усвоения. Это присуще органическим продуктам.

11.3. Задания и методические указания по их выполнению

Задание 11.3.1. Изучить справочно-теоретический материал по нанотехнологии применения функциональных компонентов для повышения биологической ценности пищевых продуктов

Усвойте, какие характеристики имеют основные наночастицы, используемые в пищевой нанотехнологии. Запишите сведения об основных наночастицах в тетрадь для лабораторных работ, ответив на представленные ниже вопросы:

1. Какие характеристики у основных наночастиц для пищевой нанотехнологии?
2. Выпишите данные по основным группам используемых при создании функциональных продуктов природных материалов со свойствами наночастиц;
3. На какие группы делятся наночастицы-антиоксиданты?
4. Укажите основные группы функциональных ингредиентов в пищевом сырье и требования к ним.

Задание 11.3.2. Разработать рецептуры функциональных продуктов с использованием наноструктурных ингредиентов

Исходя из положения, что молекулы многих ингредиентов имеют наноразмерные характеристики, целесообразно грамотно использовать эти свойства при производстве продуктов питания. Для решения этого вопроса разработайте рецептуру функционального продукта с использованием наноструктурных ингредиентов, содержащихся в пищевом сырье животного и растительного происхождения.

Методические рекомендации по разработке рецептуры функционального продукта с использованием наноструктурных ингредиентов, содержащихся в пищевом сырье животного и растительного происхождения

При разработке функционального продукта определитесь с его названием и выберите рецептуру (рецептуры можно найти в Интернете).

Перечислите наноструктурные ингредиенты, которые будут составлять разрабатываемый продукт. Запишите в столбец 2 таблицы 11.3.1. При необходимости включите в список дополнительные компоненты.

Из справочно-теоретического материала, а также Методических рекомендаций МР 2.3.1.0253–21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ» выпишите суточные нормы потребления человеком ингредиентов, входящих в рецептуру выбранного продукта. Данные занесите в столбец 3 таблицы 11.3.1.

Рассчитайте количества нанонутриентов для 15 % от суточной потребности организма человека. Данные занесите в столбец 4 таблицы 11.3.1.

В столбце 5 перечислите природные продукты, в которых содержатся необходимые ингредиенты. Из Справочника «Химический состав пищевых продуктов. Кн.2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов (И. М. Скурихин, М. Н. Волгарев) выпишите содержания необходимых ингредиентов в соответствующих природных сырьевых источниках. Данные занесите в столбец 6 таблицы 11.3.1. Некоторые данные уже внесены в эту таблицу на основании справочно-теоретического материала к данной лабораторной работе.

Рассчитайте количества (в г) пищевых продуктов (источников наноингредиентов), необходимых для обеспечения 15 % суточной потребности чело-

века (по отдельным ингредиентам). Данные занесите в столбец 7 таблицы 11.3.1. В итоге столбца 7 подсчитайте массу продуктов, которые необходимо потреблять для удовлетворения потребностей в выбранных ингредиентах.

Таблица 11.3.1 – Количества (в г) пищевых продуктов (источников наноингредиентов), необходимых для обеспечения 15 % суточной потребности человека в отдельных ингредиентах

Наименование функционального продукта, наноингредиенты	Наноструктурные ингредиенты	Норма потребления в одной порции 100 г	Количество ингредиентов в расчете на 15 % от суточной нормы	Продукты, содержащие нужные ингредиенты	Содержание ингредиентов в используемых продуктах	Масса продукта, содержащая необходимое количество функциональных наноингредиентов
1	2	3	4	5	6	7
Название и рецептура выбранного продукта						
Белки, жиры, фосфолипиды	Белки			Мясо: говядина,		
				свинина		
				Мясо кур		
	Жиры			Масло растительное		
	Фосфолипиды	5–6 г		Желток куриного яйца, соевый лецитин и др.		
Пищевые волокна	Углеводы (растворимые пищевые волокна)	5–6 г пектин, альгинат натрия		Яблоки, бурые водоросли сухие		
	Углеводы (нерастворимые пищевые волокна)	Целлюлоза		Крупяные изделия, овощи и фрукты		
Эссенциальные микроэлементы	Железо			Зеленые овощи, печень гов., мясо, шоколад		

Продолжение таблицы 11.3.1

1	2	3	4	5	6	7
Эссенциальные микроэлементы	Цинк	15 мг		Субпродукты, морепродукты, пивные дрожжи, чеснок, лук, злаки, яйца, грибы, картофель		
	Селен	50 мг женщины 70 мг мужчины		Спирулина сухая, морепродукты, рыба, спаржа, чеснок, горчица, яйца, пивные дрожжи, почки, печенька, пшеница, кукуруза, соя, отруби, грибы		
	Йод			Рис, рыба		
	Фтор			Злаковые каши, рыба, спаржа, бананы		
Эссенциальные макроэлементы	Кальций	1000 мг мужчины 1300 мг женщины		Молоко, творог, твердые сыры, морская рыба, яйца, зеленые овощи, орехи, гречка		
Эссенциальные макроэлементы	Магний			Зерновые каши, какао		
	Фосфор			Злаковые каши, рыба		
Полиненасыщенные жирные кислоты	ПНЖК Омега 3 1,3-1,6 г			Жиры сельдь, треска, скумбрия		
				Масло льняное		

1	2	3	4	5	6	7
Витамины и антиоксиданты	Витамин А (ретинол)	900 мкг	0,8–1,0 мг			
	Витамин С (аскорбиновая кислота)	90 мг	2,5 мкг			
	Бета-каротин	5–6 мг	8–10 мкг			
	Витамин Е	15 мг	1–2 мг			
	Витамин D	2,5 мкг				
Сумма масс используемых продуктов						

Задание 11.3.3. Определить содержание растворимых и нерастворимых пищевых волокон в предоставленных образцах

В качестве экспериментальных образцов могут быть использованы отруби пшеничные или ржаные, клетчатка пшеничная, яблоки сушеные и др. Определение проводить по ГОСТ Р 54014–2010. «Продукты пищевые функциональные. Определение растворимых и нерастворимых пищевых волокон ферментативно-гравиметрическим методом».

Методические указания по определению растворимых и нерастворимых пищевых волокон ферментативно-гравиметрическим методом

Сущность метода

Метод основан на ферментативном гидролизе крахмальных и некрахмальных соединений с помощью α -амилазы, протеазы и амилоглюкозидазы до моно-, ди-, олигосахаридов и пептидов. Пищевые волокна следует осаждать этиловым спиртом, высушивать и определять гравиметрическим методом. Общую массовую долю пищевых волокон выражать в процентах (г/100 г).

Реактивы, стандартные вещества и растворы

Все реактивы, используемые для анализа, должны быть квалификации чистые для анализа (ч.д.а.). Вода, используемая для приготовления растворов ферментов, должна быть бидистиллированной.

α -Амилаза термостабильная удельной активностью 10 ед./мг по [1].

Протеаза удельной активностью 7–15 ед./мг по [1].

Амилоглюкозидаза удельной активностью 400 ед./мг по [1].

Использовать жидкие ферментные препараты.

Допускается: использование имеющихся в продаже готовых наборов реактивов (ферментов) для определения общих пищевых волокон (например, фирмы MERCK – Bioquant Gesamtballaststoffe 12979) при условии соответствия качества реагентов указанным требованиям.

Эфир петролейный.

Этиловый спирт 95 % об. Для приготовления 1 дм³ этилового спирта 78 % об.: смешать 207 см³ дистиллированной воды и 793 см³ этанола 95 % об.

Раствор фосфатного буфера 0,08 моль/дм³, рН 6,0: для приготовления фосфатного буфера в мерной колбе вместимостью 1000 см³ растворить 1,4 г динатрийгидрофосфата (Na₂HPO₄) или 1,752 г динатрий гидрофосфата дигидрата (Na₂HPO₄·2H₂O) и 9,68 г натрия дигидрофосфата моногидрата (NaH₂PO₄·H₂O) в 700 см³ воды, довести рН до 6,0 с помощью гидроокиси натрия (NaOH) или фосфорной кислоты (H₃PO₄), довести дистиллированной водой до метки (1000 см³).

Раствор гидроокиси натрия (NaOH) 0,275 моль/дм³: для приготовления в мерной колбе вместимостью 1000 см³ разбавить 275 см³ раствора гидроокиси натрия 1 моль/дм³ водой до 1000 см³

Раствор соляной кислоты (HCl) 0,325 моль/дм³: для приготовления в мерной колбе вместимостью 1000 см³ разбавить 325 см³ концентрированной соляной кислоты 1 моль/дм³ дистиллированной водой до 1000 см³.

Ацетон.

Вода дистиллированная.

Средства измерений и оборудование:

весы лабораторные;

фильтры бумажные обеззоленные диаметром 15 см;

шкаф сушильный, обеспечивающий температуру от 60 до 110°C;

эксикатор;

стаканы химические вместимостью 400 см³;

баня водяная с терморегулятором для поддержания температуры (60±5) °C;

рН-метр с погрешностью измерения не более 0,1 ед. рН.

дозаторы пипеточные с объемом доз 0,05 и 0,5 см³.

цилиндры мерные вместимостью 50 и 500 см³;

насос водоструйный стеклянный лабораторный;

печь муфельная с терморегулятором для поддержания температуры (900±5)°C;

фольга алюминиевая;

мельница лабораторная или ступка.

Допускается использование других средств измерений с метрологическими характеристиками и лабораторного оборудования с техническими характеристиками, не уступающими перечисленным выше.

Отбор и подготовка проб

При необходимости пробу измельчить в гомогенизаторе или лабораторной мельнице. Если содержание жира в пробе превышает 5 %, его экстрагируют петролейным эфиром из расчета 25 см³ на 1 г пробы. Обезжиренный образец высушить в сушильном шкафу в течение одного часа при температуре 70 °C и поместить в эксикатор.

Проведение испытания

При проведении испытания избегать загрязнений, связанных с поглощением пробой дополнительной влаги.

Взять две навески пробы массой 1 г (с точностью до 0,0001 г) в стеклянные стаканы вместимостью 400 см³ и добавить в каждый по 50 см³ фосфатного буфера рН 6,0. С помощью пипеточного дозатора в каждый стакан внести по 0,05 см³ раствора термостабильной α -амилазы по [1]. Содержимое перемешать, слегка вращая стаканы, после чего стаканы закрыть алюминиевой фольгой и поместить в кипящую водяную баню. Время выдержки 30 мин отсчитывать с момента, когда содержимое нагреется до температуры 90 °С. Затем смесь охладить до температуры 20 °С и довести значение рН до 7,4–7,6 раствором гидроксида натрия молярной концентрации 0,275 моль/дм³.

В каждый стакан внести 0,05 см³ раствора протеазы по [1] с помощью пипеточного дозатора. Содержимое стаканов перемешать и закрыть алюминиевой фольгой, выдерживать на водяной бане при температуре 60 °С в течение 30 мин при постоянном перемешивании, охладить до 20 °С и довести значение рН до 4,3–4,7 с помощью раствора соляной кислоты 0,325 моль/дм³.

Затем в каждый стакан с помощью пипеточного дозатора внести 0,150 см³ раствора амилоглюкозидазы по [1], выдерживать на водяной бане при температуре 60 °С в течение 30 мин, отсчитывая время с момента, когда температура содержимого стаканов достигнет 60 °С.

Мерным цилиндром отмерить 280 см³ этилового спирта 78 % об., подогреть его до температуры 60 °С, добавить к содержимому стаканов и выдержать при комнатной температуре в течение 60 мин для формирования осадка.

Высушенные при температуре 60 °С до постоянной массы (разница между взвешиваниями не должна превышать 0,001 г) и взвешенные (с точностью до 0,0001 г) бумажные фильтры поместить в стеклянные воронки и смочить этиловым спиртом 95 % об., осадок, содержащий пищевые волокна, профильтровать количественно, смывая со стенок стаканов порциями этилового спирта, затем осадок на фильтре промыть три раза порциями этилового спирта 78 % об. по 20 см³, два раза порциями этилового спирта 95 % об. по 10 см³ и два раза порциями ацетона по 10 см³.

Осадки на фильтрах после испарения растворителей высушить при температуре 105 °С в сушильном шкафу до постоянной массы (разница между взвешиваниями не должна превышать 0,001 г). Фильтры охладить в эксикаторе и взвесить с точностью до 0,0001 г.

В одном из двух осадков определить содержание азота методом Кьельдаля. Полученное значение умножить на 6,25, получая содержание белка. Во втором определить содержание золы.

Обработка результатов

Общую массовую долю пищевых волокон, %, от массы обезжиренного сухого вещества, вычислить по формуле:

$$X = \frac{m_1 - \left[\left(\frac{w_1 + w_2}{100} \right) \cdot m_2 \right]}{m_1} \cdot 100,$$

где m_1 – масса навески сухой обезжиренной пробы, г; m_2 – масса осадка, г; w_1 – массовая доля белка в осадке, %, вычисляемая по формуле:

$$w_1 = \frac{m_3}{m_2} \cdot 100,$$

где m_3 – масса белка, г; w_2 – массовая доля золы в осадке, %, вычисляемая по формуле:

$$w_2 = \frac{m_4}{m_2} \cdot 100,$$

где m_4 – масса золы, г.

Результат подсчитывать с точностью до 0,01 г пищевых волокон на 100 г обезжиренного сухого вещества и записать в лабораторную тетрадь.

Задание 11.3.4. Сделать выводы о проделанной работе

Выводы запишите в тетрадь для лабораторных работ.

В заключении следует сказать, что нанотехнология является перспективным направлением создания функциональных пищевых продуктов. Технологический процесс производства продуктов на основе нанотехнологии довольно сложен. В качестве примера можно изучить Принципиальную технологическую схему получения липосомальной формы концентрата полиненасыщенных жирных кислот, которая разработана в Восточно-Сибирском государственном университете технологий и управления (Российская Федерация, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ) и описана Э. В. Сынгеевой в статье [10], а также в диссертационной работе [9].

Рекомендуемая литература

1. Номенклатура ферментов. Рекомендации Международного биохимического союза по номенклатуре и классификации ферментов, а также единицам ферментов и символов кинетики ферментативных реакций. – Москва: [Би], 1979. – 321 с.
2. Хуршудян, С. А. Функциональные продукты питания: проблемы на фоне стабильного роста / С. А. Хуршунян // Пищевая промышленность. – 2009. – № 1. – С. 45.
3. Киселев, В. М. Эволюционная методология проектирования функциональных продуктов / В. М. Киселев, Е. Г. Першина // Пищевая промышленность. – 2009. – № 11. – С. 57–59.
4. ГОСТ Р 52349-2005. Национальный стандарт Российской Федерации. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 22 с.
5. Оценка безопасности наноматериалов *in vitro* и в модельных системах *in vivo*: Методические рекомендации. – Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 71 с.
6. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253–21. «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федера-

ции» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г.). – Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2021. – 72 с.

7. Скурихин, И. М. Химический состав пищевых продуктов: в 2 кн. / И. М. Скурихин, М. Н. Волгарев. – Москва: Агропромиздат, 1987. – Кн.2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов. – 360 с.

8. ГОСТ Р 54014–2010. «Продукты пищевые функциональные. Определение растворимых и нерастворимых пищевых волокон ферментативно-гравиметрическим методом». – Москва: Стандартинформ, 2011. – 8 с.

9. Сынгеева, Э. В. Разработка липосомальной формы полиненасыщенных жирных кислот и использование ее для получения функционального пищевого продукта: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 05.18.07 / Сынгеева Э. В. – Санкт-Петербург, 2018. – 16 с.

10. Сынгеева, Э. В. Оптимизация условий получения липосомальной формы концентрата полиненасыщенных жирных кислот / Э. В. Сынгеева, Г. П. Ламажапова, С. Д. Жамсаранова // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – Иркутск, 2017. – Т. 7, № 1. – С. 82–91.

Вопросы для самопроверки

1. Как можно охарактеризовать нанотехнологию?
2. Какая сфера биотехнологии называется нанобиотехнологией и каковы направления научных разработок в этой сфере?
3. За счет чего искусственные наноматериалы (ИНМ) имеют новые уникальные свойства?
4. Какие наночастицы представляют интерес для пищевых нанотехнологий?
5. По каким направлениям проводятся исследования в пищевых нанотехнологиях?
6. Наночастицы каких микроэлементов можно использовать в пищевых технологиях?
7. Какие формы нанотехнологических пищевых продуктов уже присутствуют на рынках ряда стран (США, Израиль и др.)?
8. Дайте понятия наночастиц и наноструктурных материалов.
9. Какие наноматериалы применяются в производстве упаковочного материала для пищевых продуктов?
10. Какие соединения естественных биологических материалов классифицируются как наночастицы?
11. Какие опасности могут создавать наномикроэлементы в пищевой продукции?
12. Как в ГОСТ Р 52349–2005 Национальный стандарт Российской Федерации. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения» формулируются термины «Функциональный продукт» и «функциональный ингредиент»?
13. Производство каких групп функциональных продуктов активно развивается в настоящее время?
14. Дайте характеристику пробиотиков и пребиотиков. Какие основные функции наноструктурированных пробиотиков и пребиотиков?
15. Что относится к функциональным жировым продуктам?
16. Укажите задачи и технологические решения создания эмульсионных продуктов функционального назначения.

Лабораторная работа № 12

Тема: БЕЛКОВЫЕ ПРЕПАРАТЫ И ИЗОЛЯТЫ В ПИЩЕВОЙ И МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ МЯСНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Цель работы: приобретение знаний, умений и навыков по биотехнологии использования белковых препаратов и изолятов в пищевой и мясной промышленности, навыков приготовления мясных эмульсий.

Задачи:

- закрепление знаний в области биотехнологии производства эмульгированных мясных продуктов, колбас и рубленых полуфабрикатов;
- приобретение знаний о белковых препаратах и изолятах, используемых в пищевой и мясной промышленности;
- закрепление знаний о возможностях регулирования водоудерживающей способности мясного сырья за счет использования низко- и высокомолекулярных добавок в технологиях производства эмульгированных мясных продуктов;
- закрепление знаний о значениях белковых добавок в формировании функционально-технологических и органолептических свойств мясной продукции;
- приобретение навыков изготовления в лабораторных условиях белково-жировых эмульсий для использования в технологии мясных продуктов;
- органолептическая оценка структуры, цвета и запаха белково-жировых эмульсий.

12.1. Материально-техническое обеспечение

- Государственные стандарты и технические регламенты на мясо и мясную продукцию, белковые, полисахаридные, низкомолекулярные добавки для мясной промышленности.
- Справочно-теоретический материал по отдельным процессам технологии производства эмульгированных мясных продуктов.
- ГОСТ 33310–2015. Добавки пищевые. Загустители пищевых продуктов. Термины и определения.
- ГОСТ 33692–2015. Межгосударственный стандарт. Белки животные соединительнотканые. Технические условия.
- Молочный белок – сухое молоко.
- Соевые концентраты – соевый белковый изолят.
- Коллагенсодержащее сырье – шкурка свинья.
- Жиросодержащее сырье – шпик свиной.
- Фосфатные препараты – натрия полифосфат.
- Лед для приготовления льдо – водяной смеси.
- Кислота молочная или уксусная.

- Лабораторное оборудование для проведения экспериментальных технологических работ и органолептической оценки экспериментальных образцов приготовленной продукции.

12.2. Справочно-теоретический материал

Мясо и мясопродукты, мышечная ткань гидробионтов, молоко представляют собой различного рода дисперсные системы, отличающиеся по степени дисперсности, характеру взаимодействия частиц дисперсной фазы, по межфазному взаимодействию, уровню устойчивости и агрегатному состоянию и т. д. Фарши колбасных изделий, содержащие в своем составе суспензии, гели и эмульсии, относят к сложным грубодисперсным системам.

Классическими являются дисперсные системы, состоящие из двух или более фаз. Структура продукта определяется химическим составом, биохимическими показателями, температурой, дисперсностью, агрегатным состоянием и другими технологическими факторами.

В гетерогенных мясных системах дисперсионной средой является вода с растворенными в ней высокомолекулярными (преимущественно белковыми) и минеральными веществами. Дисперсная фаза представлена гидратированными белковыми мицеллами, жировыми частицами, инкапсулированной структурированной белковой оболочкой, фрагментами разрушенных мышечных волокон, жировых клеток, соединительной ткани и т. п. Мясные дисперсные системы не являются термодинамически равновесными и устойчивыми, так как компоненты находятся в различных фазах, не растворяющихся друг в друге, либо в изолированных объемах, разделенных поверхностью раздела. Чем больше поверхность межфазного слоя, тем больше избыток поверхностной энергии на границе раздела фаз и ниже уровень термодинамической устойчивости дисперсных систем.

Для придания мясному продукту определенных структурно-механических и органолептических свойств, устойчивости при хранении необходимо руководствоваться данными о химическом составе и биологической ценности отдельных компонентов, входящих в рецептуры, значениями функционально-технологических свойств (ФТС) основного сырья и вспомогательных ингредиентов, кинетикой биохимических и коллоидно-химических процессов в многокомпонентных пищевых системах, аналитическими и эмпирическими зависимостями поведения гетерогенных дисперсных систем при изменении физико-химических факторов.

Мясопродукты, молочные и рыбопродукты термодинамически неравновесные системы. Приобретение пищевой композицией определенных структурных форм (консистенция, внешний вид, связность, текстура и т. п.) обусловлено особенностями протекания коллоидно-химических процессов по типу «белок-белок», «белок-вода», «белок-жир», «вода-белок-жир». Важную роль играют здесь денатурация белков, эмульгирующие и гелеобразующие свойства белков,

основные функционально-технологические свойства сырья и используемых добавок.

В современной технологии мясопродуктов с целью повышения выхода готовых изделий, уровня водосвязывающей способности перерабатываемого сырья, мясных систем и готовых изделий применяется обширная группа пищевых добавок, ингредиентов и препаратов, которые можно разделить на низко- и высокомолекулярные. К низкомолекулярным в первую очередь относятся соли фосфорных кислот (пищевые фосфаты). Сдвигая рН среды от изоэлектрической точки и обеспечивая диссоциацию актомиозинового комплекса, они увеличивают количество гидрофильных центров у мышечных белков и соответственно долю адсорбционно связанной воды.

Высокомолекулярные вещества подразделяют на белоксодержащие и полисахаридные. Белоксодержащие ингредиенты не только способны оказывать позитивное влияние на уровень водоудерживающей способности мясных систем, но и позволяют в определенной степени повысить количественное содержание белка в готовом продукте, либо скорректировать его аминокислотный состав. К белоксодержащим относят молочно-белковые, соевые препараты, яичепродукты, плазму крови и ее производные, коллаген и продукты его гидролиза, а также их коммерческие смеси. Наряду с высокой водосвязывающей способностью практически все белоксодержащие препараты обладают структурирующим действием.

Водосвязывающие ингредиенты полисахаридной природы включают группу веществ, соединений и их композиций, среди которых преобладают крахмалы (нативные и модифицированные), каррагинаны, камеди и др. Большинство полисахаридов реализуют свой водосвязывающий потенциал после термообработки. Нормы их использования – от 0,3 до 4 %. Принципиального влияния на биологическую ценность мясопродуктов они не оказывают, хотя часть из них можно считать пищевыми волокнами.

Способом улучшения свойств фарша из мяса с низким содержанием белков является внесение дополнительных количеств белка. Белки связывают влагу и обладают свойствами эмульгаторов. Это позволяет укрепить белковую матрицу, получить устойчивую эмульсию жира в воде, обеспечить введение жира в структуру матрицы. Применяются два способа введения белка:

- предварительное приготовление белково-жировой эмульсии (БЖЭ);
- добавление белка в куттер непосредственно при куттеровании фарша.

При приготовлении белково-жировых эмульсий сначала белок полностью растворяют в воде, не допуская наличия нерастворившихся комочков. Затем к нему добавляют жир и подвергают интенсивной механической обработке до получения однородной массы. Обработку проводят чаще всего в куттере.

При втором способе белок должен быть полностью раскуттерован (без комочков), его растворение должно проводиться при температуре не выше 3 °С.

В качестве добавок к мясному сырию применяют белки животного и растительного происхождения.

Белки животного происхождения

К этой группе относятся свиная шкурка, коллагенсодержащие белки, плазма крови, сухое цельное и обезжиренное молоко, сухая молочная сыворотка, казеин и казеинаты и др. Обычно используют обезжиренное сухое молоко, в нем больше белка, оно лучше хранится из-за низкого содержания жира.

Казеин и казеинаты – это концентраты молочного белка. Обезжиренное сухое молоко и казеин обладают высокой эмульгирующей способностью, но размягчают консистенцию, их больше используют при производстве паштетов и продукции с мажущейся консистенцией.

Молочно-белковые смеси содержат больше сывороточных белков, которые создают плотную белковую матрицу, улучшающую текстуру продукта. Их можно использовать в составе рассолов, но больше применяют как мясозамещающий компонент. Молочно-белковые смеси производят многие фирмы Дании, Германии, России (марки нутрилак, оволакт, мультилакт, полилакт и др.).

Свиная шкурка – одна из наиболее распространенных белковых добавок. Основным белком является коллаген, который при измельчении образует плотные водно-белковые эмульсии. Но коллаген имеет низкую биологическую ценность, поэтому при внесении шкурки биологическая ценность продукции немного понижается.

В последние годы повышается интерес к применению белков животного происхождения, выделяемых из мясного сырья (таблица 12.2.1). Животные белки относятся к двум группам:

- водорастворимые белки – на основе плазмы крови, в состав которых входят альбумин, глобулин;
- щелочерастворимые белки – производятся из коллагенсодержащего сырья (свиная шкурка, тримминг и т. п.), содержат коллаген и эластин. Технология их приготовления основана на термических и механических процессах без каких-либо добавок.

Таблица 12.2.1 – Белки животного происхождения различных торговых марок

Название	Фирма-изготовитель	Состав
Миогель Тинпро 600 Тинпро 600С	Могунция	Текстурированный животный белок Кровь крупного рогатого скота Молочный сывороточный белок – эмульгатор
GitPro P GitPro K GitPro D	ПТИ, Россия	Коллагеновый белок из свиной шкурки Белок крови (около 60 % белка) Белок плазмы крови (около 70–80 % белка)
Кат-Гель 95 Кат-Про 95	Мельница приправ Нессе	Коллагенсодержащее сырье крупного рогатого скота Коллагеновый белок из свиной шкурки
Scanpro T 95 Скангель А95	BIU Danexport A S ТД Нордик Продукт, Россия	Коллагенсодержащее свиное сырье Коллагенсодержащее свиное сырье

Растительные белки

Наиболее часто используются соевые белки. Они разделяются на три группы в зависимости от содержания белка:

- соевая мука – не более 50 % белка;
- соевые концентраты – около 70 % белка;
- соевые изоляты – не менее 90 % белка.

Основным производителем сои являются США. Соевые продукты поставляются в Российскую Федерацию из стран Юго-Восточной Азии: Таиланда, Китая, Индонезии, Мьянмы др. В России сою выращивают на Дальнем Востоке и в Краснодарском крае. Соевые продукты являются незаменимыми ингредиентами для мясной промышленности.

Соевая мука имеет степень гидратации 1:2,0. У концентратов она от 1:4,0 до 1:4,5. Самая высокая степень гидратации у изолятов – от 1:5 до 1:5,5. Соевые белковые препараты могут выпускаться в виде порошков, текстурированных гранул, имитирующих измельченные кусочки мяса, используемые для полукопченых, варено- и сырокопченых колбас и полуфабрикатов.

Известным производителем соевых белковых препаратов на Российском рынке является компания ПТИ (Протеин. Технологии. Ингредиенты). Характеристика соевых белковых препаратов фирмы ПТИ представлена в таблице 12.2.2.

Таблица 12.2.2 – Характеристика соевых белковых препаратов фирмы ПТИ

Название соевых белковых препаратов	Характеристика	Назначение
1	2	3
Pro-Vo 500U	Изолированный соевый белок. Высокая растворимость, влагосвязывающая, гелеобразующая, эмульгирующая способность, повышенная скорость и степень гидратации, возможность внесения в сухом виде	Эмульгированные, реструктурированные мясные продукты, полу-, варено- и сырокопченые колбасы, полуфабрикаты, паштеты, консервы
Pro-Vo DR	Изолированный соевый белок. Повышенная растворимость, термостабильность, эмульгирующая способность	Цельномышечные, реструктурированные мясные продукты, натуральные полуфабрикаты (в составе шприцовочных растворов)
SUPRO EX 32	Изолированный соевый белок. Повышенная растворимость, термостабильность, эмульгирующая способность, повышенная скорость и степень гидратации, возможность внесения в сухом виде	Вареные колбасные изделия, реструктурированные мясные продукты, паштеты, консервы. В виде гранул – полу-, варено- и сырокопченые колбасы, полуфабрикаты
SUPRO 500E	Изолированный соевый белок. Высокая растворимость, влагосвязывающая, гелеобразующая, эмульгирующая способность	Вареные колбасные изделия, реструктурированные мясные продукты, полу-, варено- и сырокопченые колбасы, полуфабрикаты, паштеты, консервы

1	2	3
SUPRO EX 595	Изолированный соевый белок. Нейтральный вкус. Повышенная растворимость, влагосвязывающая способность, пониженное пенообразование	Цельномышечные, реструктурированные мясные продукты, натуральные полуфабрикаты (в составе шприцовочных растворов)
Pro-Vo K55	Функциональный концентрат соевого белка. Снижает риск бульонно-жировых отеков, улучшает нарезаемость и сочность готовых продуктов	Вареные колбасные изделия, реструктурированные мясные продукты, полу-, варено-, варено-копченые колбасы, полуфабрикаты, паштеты
DANPRO S 900	Функциональный концентрат соевого белка. Снижает риск бульонно-жировых отеков, улучшает нарезаемость и сочность готовых продуктов	Вареные колбасные изделия, реструктурированные мясные продукты, полу-, варено-, варено-копченые колбасы, полуфабрикаты, паштеты

На российском рынке работают и другие крупные производители и продавцы соевых белков. Фирма Могунция Интеррус предлагает соевый концентрат Майсол, в том числе текстурированный, и соевый текстурат Сойтекс.

Майсол – соевый изолят (белка более 90 %), с нейтральным вкусом и запахом. Степень гидратации 1 : 6. Образует стабильную эмульсию с водой и жиром в соотношении 1:5:5, идеально подходит для приготовления гранул 1:3 (белок/вода). Применяется при производстве вареных колбас, сосисок, сарделек; варено-, полу- и сырокопченых колбас, мясных и рыбных консервов; ветчинных и ливерных изделий; зельцев, паштетов; хлебобулочных и кондитерских изделий.

Сойтекс (соевый текстурат) – текстурированный обезжиренный соевый белок, адсорбирует воду в количестве 1:3. Применяется в качестве частичного заменителя и обогатителя белком мясных и рыбных продуктов при производстве полуфабрикатов, фаршей, варенокопченых, полукопченых и сырокопченых колбас, продуктов быстрого приготовления. Соевый текстурат используется в вегетарианском питании и при приготовлении диетических продуктов.

Высокомолекулярные белоксодержащие вещества используют в виде сухих компонентов, вносящихся в куттер при составлении колбасного фарша, или на их основе предварительно приготавливаются белково-жировые эмульсии.

Белково-жировые эмульсии (БЖЭ) – достаточно распространенный компонент рецептур колбасных изделий «эконом» и «медиум» классов. Их приготавливают в куттере горячим или холодным способом, используя в качестве стабилизатора системы «вода + жир» белковые препараты либо специальные эмульгаторы.

В качестве жирового компонента в эмульсии можно использовать жирную свинину с содержанием мышечной ткани не более 15 %, шпик свиной, обрезки шпика, щеквину, жир-сырец свиной, говяжий, бараний и конский, куриный жир, топленый жир свиной или говяжий, сливочное масло, маргарин, растительные масла и жиры (пальмовый, кокосовый).

Основные преимущества БЖЭ:

- возможность эффективного использования мясного сырья с низкими функционально-технологическими свойствами;
- получение индивидуальных эмульсий с гарантированно стабильными свойствами;
- высокий уровень функционально-технологической совместимости индивидуальных БЖЭ со структурной основой базовой мясной эмульсии;
- позитивное влияние БЖЭ на структурно-механические показатели и величину выхода готовой продукции;
- снижение вероятности появления жировых отеков при термической обработке колбас;
- экономический фактор.

Приготовление БЖЭ на основе соевых белковых препаратов (СБП) осуществляют несколькими способами, причем эмульсии с наиболее устойчивыми свойствами получаются при применении изолятов и концентратов соевых белков. Рекомендуемые соотношения СБП : жировое сырье : вода находятся в диапазоне от 1 : 3 : 3 до 1 : 6 : 6 и зависят как от типа использованного соевого белкового препарата, так и от свойств жирсырья.

При холодном способе (вариант I) в куттер вносят от 1/3 до 2/3 части необходимой для гидратации СБП воды, сухой препарат соевого белка и куттеруют смесь 5–7 мин до температуры 17–20 °С; затем добавляют подмороженное жирсырье и измельчают до полной гомогенизации и достижения температуры 30–35 °С. В конце куттерования вводят остаток воды (в виде водо-ледяной смеси) и продолжают эмульгирование на высокой скорости до получения пастообразной массы с гладкой, блестящей поверхностью.

Конечная температура готовой эмульсии – не выше 18 °С.

По варианту II подмороженное жирсырье загружают в куттер, измельчают 1–2 мин, добавляют СБП и воду (70 % от общего количества с температурой 30–35 °С) и продолжают эмульгировать 5–10 мин до получения однородной вязкой массы с глянцевой поверхностью (температура не выше 30–35 °С). В конце добавляют остаток воды (30%) в виде водо-ледяной смеси для снижения температуры, поваренную соль, пищевые красители и вкусо-ароматические добавки (если необходимо). Куттерование заканчивают при достижении температуры 18–20 °С.

По варианту III подмороженное жирсырье загружают в куттер, добавляют 1/3 часть водо-ледяной смеси и измельчают в течение 0,5–1 мин. Затем добавляют еще воду (1/3 от общего количества), но с температурой 30–35 °С, и соевый белковый препарат. Проводят диспергирование в течение 5–10 мин до достижения температуры массы 35–40 °С. Добавляют оставшуюся 1/3 часть водо-ледяной смеси, снижают температуру эмульсии до 12–15 °С, выгружают готовую эмульсию из куттера.

Приготовление эмульсий на основе жидких растительных масел в качестве жирового сырья требует соблюдения несколько других требований.

На первом этапе куттерования в чашу загружают белковый препарат, например, соевые изоляты типа Pro-Vo 500 либо Pro-Vo 500U или другие и проводят их гидратацию в соотношении с водой 1:5. Затем постепенно по краю чаши куттера вводят пять частей растительного масла, перемешивают массу на низких оборотах ножей и, перейдя на максимальные обороты, доводят ее до состояния эмульсии с температурой 20–25 °С. Для повышения стабильности эмульсии допускается добавление поваренной соли в количестве 2 % к массе эмульсии.

Для улучшения функциональных свойств эмульсии рекомендуется выдерживать ее 6–12 ч при температуре 0–4 °С. Температура белково-жировой эмульсии перед ее непосредственным использованием при приготовлении фарша не должна превышать 6 °С.

Продолжительность хранения белково-жировой эмульсии – не более 48 ч при температуре 0–4 °С.

При горячем способе используют подогретую жировую основу (до 25–30 °С) и воду с температурой около 90 °С.

Жирсырье измельчают в куттере, затем добавляют СБП и, продолжая гомогенизацию, постепенно добавляют горячую воду. Эмульгирование ведут на высокой скорости до получения однородности массы. В конце процесса добавляют лед, поваренную соль, пищевые красители.

Кроме соевых (растительных) белков при приготовлении БЖЭ применяют также белковые препараты животного происхождения: на основе белков плазмы крови, молока, гидролизованного коллагенсодержащего сырья, а также их комбинаций. Они обладают широким спектром функциональных свойств, имеют выраженную гелеобразующую, водосвязывающую и эмульсионную способности, что позволяет эффективно использовать их для непосредственного внесения в рецептуры эмульгированных продуктов (в сухом либо гидратированном виде в количестве 2–4 %) и при приготовлении БЖЭ (таблица 12.2.3).

Таблица 12.2.3 – Характеристика некоторых функциональных белковых препаратов, используемых при изготовлении БЖЭ

Наименование препарата	Происхождение, состав	Массовая доля, %		рН, 1%-ный раствор	Критическая концентрация гелеобразования (ККГ), %	Рекомендованный уровень	
		белка	жира			гидратация «препарат:вода»	эмульгирование: «препарат: вода : жир»
1	2	3	4	5	6	7	8
ТИПРО 600	Плазма крови КРС	68	0,7	6,5	7–8	1: (9–12)	Холодный способ – 1:8:8, Горячий способ – 1:10:10
Концентрат плазмы крови «Росбиотех»	Плазма крови КРС	70	0,6	7,5	9	1: (5–8)	Холодный способ 1:10:10

1	2	3	4	5	6	7	8
ТИПРО800	Подсырная молочная сыворотка	80	2,8	7,2	-	1:20 (40)	Горячий способ 1:15:15 Холодный способ 1:12:12
Концентрат молочной сыворотки	Творожная молочная сыворотка	36	0,6	4,5	-	-	Холодный способ 1:4:4
Казеинат натрия	Молочный белок	56	1,8	7,0	-	1,4	Холодный способ 1:5:5
ТИПРО 601	Гидролизованная свиная шкурка	86	1,0	7,4	4–5	1:20(40)	Горячий способ 1:30:30
GITPRO BP	Смесь животных белков	90	6	7,0	3–4	1:12	1:15:15
Сканпро Т-95	Обезжиренная свиная шкурка	85	10	7,0	4–5	1:10 (20)	Горячий способ – 1:20:20 Холодный – 1:15:15
Сканпро 730 СФ	Коллагенсодержащее сырье + плазма крови	75	10	7,5	10	1:10(12)	1:7:7
Миогель	Глобин крови	65	0,7	7,0	14	1:5	1:4:4

Преимущества препаратов данной группы заключаются не только в их функционально-технологических свойствах, но и в том, что их применение повышает долю животного белка в продукте, позволяет корректировать соотношение белок : жир и аминокислотный состав белкового компонента. В присутствии препаратов животного происхождения в меньшей степени изменяются вкус и запах мясопродуктов.

Многие препараты, особенно из коллагенсодержащего сырья, обладают высокой гелеобразующей (ККГ = 3–5 %), структурирующей и водосвязывающей способностями и могут использоваться как при холодном, так и при горячем способах приготовления эмульсий.

Белково-коллагеновые эмульсии

Свиная шкурка, получаемая при разделке свинины, должна быть свежей, без признаков порчи и окисления жира, освобожденной от прирезей жира, остатков щетины и тщательно промытой.

I способ. Свиную шкурку (100 кг) заливают водой (100 кг), содержащей молочную кислоту (1,5–2 кг) и выдерживают 24 ч при температуре 2–4 °С. Сливают заливочный раствор; шкурку тщательно промывают холодной водой

(для нейтрализации рН), загружают в куттер, добавляют пищевые фосфаты (0,6 кг), водо-ледяную смесь (150–200 кг) и проводят гомогенизацию до сметанообразного состояния, контролируя уровень конечной температуры (12–14 °С) и используют как белковый стабилизатор либо как часть БКЭ.

II способ. Свиную шкуру заливают 0,3 % раствором бикарбоната натрия (питьевая сода). Жидкостный коэффициент 1 : 2. Затем ведут варку: после достижения температуры 90–95 °С – не более 30 мин во избежание полного растворения шкурки. За 5 мин до окончания термообработки добавляют поваренную соль (1,5–2 % к массе сырья).

III способ – «холодный». Допускается для приготовления эмульсии использовать шкуру без выдержки в растворах кислот или бикарбоната натрия.

Шкуру измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм, добавляют холодную воду 50 % к массе сырья, перемешивают, повторно измельчают на коллоидной мельнице и выдерживают при температуре 2–4 °С в течение 12–24 ч.

Загустевшую массу снова измельчают на волчке (диаметр отверстий в решетке 2–3 мм). Полученный белковый стабилизатор (выход 135 % к массе исходного сырья) вводят взамен 5 - 6% мяса в рецептуры вареных колбас, сосисок и сарделек.

IV способ – «горячий»

А. Обезжиренную свиную шкуру помещают в кипящую воду (соотношение 1:1,5) и варят при температуре 90–95 °С в течение 2–3 ч до полного размягчения, после чего измельчают на волчке (диаметры отверстий в решетке 2–3 мм), добавляют горячий бульон (50 % к массе), повторно измельчают в куттере и выдерживают в тазаках при 2–4 °С в течение 12–24 ч.

Выход получаемого белкового стабилизатора – 130 % к массе исходного сырья.

Б. Свиную шкуру варят в воде (жидкостный коэффициент 1:1,5) в течение 1,5 ч, после чего измельчают на волчке (диаметры отверстий в решетке 2–3 мм), добавляют 50 % горячего бульона и вновь варят 1–1,5 ч. По окончании варки смесь куттеруют в горячем виде. Полученный белковый стабилизатор помещают в тазики, выдерживают 20–24 ч при температуре 2–4 °С. После охлаждения дополнительно измельчают на волчке.

Выход готового стабилизатора – 130 % к массе исходного сырья. Полученную массу в дальнейшем используют при изготовлении белково-коллагеновых эмульсий или добавляют в фарш при изготовлении колбас.

Следует отметить, что белковые стабилизаторы, полученные из коллагенсодержащего сырья описанными способами, имеют существенный недостаток: им свойственны относительно узкие технологические функции – увеличение водосвязывающей способности и повышение упругоэластичных свойств готовой продукции. При этом количества белковых стабилизаторов в рецептурах эмульгированных колбас, как правило, ограничивается 5–10 %; превышение этого диапазона приводит к появлению резиноподобной консистенции, к выраженной адгезии оболочки к продукту, плохой снимаемости оболочки, специфич-

ческому запаху и послевкусию; возрастает вероятность образования желе под оболочкой, появления морщинистости оболочки и т. д. Безусловно, более прогрессивным является использование коллагенсодержащего сырья в виде белково-коллагеновых эмульсий (БКЭ).

Белково-коллагеново-жировые эмульсии представляют собой структурированные системы, содержащие, кроме коллагенсодержащего сырья и воды, определенное количество жира, стабилизация которого осуществляется белковыми препаратами, специальными эмульгаторами либо комплексными препаратами с жиродерживающими, эмульсионными или гелеобразующими свойствами.

Коллоидно-химические принципы получения белково-коллагеновых эмульсий близки к таковым для белково-жировых и мясных эмульсий. БЖЭ имеют высокую степень функциональной совместимости с базовыми мясными системами, устойчивые свойства, обладают хорошими структурно-механическими и органолептическими характеристиками; их введение существенно повышает выход и улучшает консистенцию (нарезаемость) готовой продукции.

Главной задачей при реализации технологий получения БКЭ с устойчивыми свойствами, также как и БЖЭ, является выбор компонентов с требуемым уровнем эмульсионных и стабилизирующих свойств.

Наиболее распространенными препаратами для стабилизации свойств БКЭ являются соевые белковые концентраты и изоляты.

Продолжительность хранения эмульсии – не более 48 ч при температуре 0–4 °С.

Фосфатно-белковый способ

Состав эмульсии: свиная шкурка - 49%, соевый белковый препарат – 1 %, вода – 50 %.

Зачищенную и замороженную свиную шкурку измельчают на волчке (диаметры отверстий в решетке 3–5 мм) и загружают в куттер. На 100 кг вносят 0,3–0,5 кг фосфатов в виде раствора и проводят гомогенизацию, последовательно (порционно) добавляя СБП и водо-ледяную смесь. Процесс измельчения ведут до получения однородной массы. Продолжительность куттерования, как правило, составляет 10–20 мин. Конечная температура эмульсии 15–17 °С.

Эмульсия на основе термообработанной шкурки

Свиную шкурку промывают и варят в воде при температуре (95±5) °С в течение 1,5–2 ч. Сливают воду, охлаждают шкурку, измельчают на волчке (диаметры отверстий в решетке 2–3 мм).

Вареную шкурку (31 %) куттеруют, последовательно добавляя СБИ (4 %) и воду (35 %). В конце процесса закладывают жир-сырье (30 %).

Готовая БКЭ должна иметь температуру не выше 20 °С. По аналогичной схеме приготавливают эмульсии, в состав которых входят: термообработанная свиная шкурка (9 частей), СБП (1 часть), вода (10 частей).

БКЭ на основе белковых препаратов животного происхождения

В системах данного типа функцию эмульгатора выполняют белки плазмы крови, молока, специальным образом обработанные соединительно-тканые белки, экстрагированные из низкосортного мясного сырья мышечные белки и т. п.

В коммерческих препаратах они могут находиться в индивидуальном, фракционированном виде, а также в виде смесей с включением дополнительных «присадок» (каррагинанов, гуаров, модифицированных крахмалов и др.), что дает возможность менять отдельные функционально-технологические свойства.

Химико-технологические характеристики наиболее распространенных препаратов, используемых при приготовлении БКЭ, свидетельствуют, что основным требованием является наличие у них как эмульгирующей, так и гелеобразующей способности при достаточно высоком уровне водосвязывания.

В современных условиях большая часть функциональных белковых препаратов (таблица 12.2.4) весьма эффективно используется при приготовлении белково-жировых и белково-коллагено-жировых эмульсий, причем в последнем случае их применение возможно в двух вариантах:

- а) белковый препарат : свиная шкурка : вода;
- б) белковый препарат : свиная шкурка : жирсырье : вода.

Таблица 12.2.4 – Варианты массовых соотношений ингредиентов в составе эмульсий

Белковый препарат	Компоненты эмульсии, кг			
	белковый препарат	жирсырье	свиная шкурка	вода
ТИПРО 600	1,0	15	10	20
ТИПРО 600 С	1,0	15	10	20
ТИПРО 601	1,0	-	50	100
Сканпро Т-95	1,0	-	40	80
	1,0	20	20	60
Сканпро БР-95	1,0	-	40	80
	1,0	20	20	60
Атари СТ-97	1,0	-	50	100
	1,0	20	-	20
	1,6	25 (мясо механической обвалки – ММО)	25	48,4

БКЭ с использованием белковых препаратов

Свиную шкурку, сухожилия или жилки замачивают в растворе органических кислот либо варят до размягчения.

Затем сырье куттеруют 3–5 мин, добавляют препарат животного белка и продолжают куттерование еще 1–3 мин. В гомогенизованную массу заливают горячую (60–80 °С) воду и вновь куттеруют на высокой скорости 2–3 мин. Полученную эмульсию выгружают в тазики и выдерживают для охлаждения (до 15 °С) и завершения структурообразования.

Рекомендуемые соотношения белкового препарата, свиной шкурки и воды:

- препарат WB-1/30 – 1 : 20 : 50;
- препарат WB-1/40 – 1 : 16 : 40.

В ряде случаев при приготовлении БКЭ, также как и при изготовлении БЖЭ, используют препараты комплексных эмульгаторов либо специальных эмульгирующих солей.

12.3. Задания и методические рекомендации по их выполнению

Студенты для выполнения заданий разбиваются на группы по три-четыре человека и работают совместно.

Задание 12.3.1. Изучить справочно-теоретический материал по характеристике и способам использования пищевых добавок для повышения водоудерживающей, жирудерживающей, эмульгирующей способности мясных эмульсий

Усвоить, какие низкомолекулярные и высокомолекулярные добавки используются при производстве мясных продуктов. Запишите основные сведения об этих добавках в тетрадь для лабораторных работ.

Задание 12.3.2. Детально ознакомиться с технологиями производства белковых, белково-жировых и белково-коллагено-жировых эмульсий

Разобрать особенности технологий приготовления белковых, белково-жировых эмульсий и белково-коллагено-жировых эмульсий. Освоить принципы формирования структурно-механических свойств у белковых, белково-жировых и белково-коллагено-жировых эмульсий. Уяснить роль фосфатов при приготовлении указанных видов эмульсий.

Задание 12.3.3. Записать в тетрадь всю информацию по характеристике используемых материалов

Записать в тетрадь для лабораторных работ всю информацию по характеристике необходимых материалов, используя справочно-теоретический материал и указанные в рекомендуемой литературе государственные стандарты (все ГОСТы есть в Интернете).

Задание 12.3.4. Подготовка коллагенсодержащего сырья (свиной шкурки) для последующих экспериментов

Подготовительные работы целесообразно проводить предварительно. При необходимости сухие материалы измельчить.

12.3.4.1. Сырую свиную шкурку промойте. Выдержите ее в растворе молочной или уксусной кислоты (с концентрацией 1,0–1,5%) при соотношении 1:1,5 в течение 48 ч. На 75 г свиной шкурки заливать 112 мл раствора молочной или уксусной кислоты с концентрацией 1,5 %. Выдержанную в растворе кислоты шкурку многократно промойте водой для нейтрализации, взвесьте и измельчите на волчке.

12.3.4.2. Свиную шкурку промойте, варите при температуре 95 ± 5 °С в течение 1,5–2 ч. Соотношение шкурки и воды 1 : 1,5. После охлаждения шкурку измельчите на волчке и используйте для приготовления эмульсии.

Бульон, полученный при варке шкурки, используйте в дальнейшем эксперименте.

Задание 12.3.5. Приготовление белковых эмульсий с использованием животного и растительного сырья

В качестве животного сырья использовать сухое обезжиренное молоко или сухую обезжиренную молочную сыворотку, а в качестве белка растительного происхождения использовать соевый белковый изолят.

Сухое обезжиренное молоко или сухую обезжиренную молочную сыворотку смешать с водой в соотношении 1:4.

Соевый изолят смешать с водой в соотношении 1:5.

Воду использовать в виде льдо-водяной смеси.

12.3.5.1. Приготовление белковой эмульсии из сырья животного происхождения

Подготовьте 20 г сухого обезжиренного молока или сухой обезжиренной молочной сыворотки. В измельчитель залейте воду (льдо-водяную смесь) в количестве 80 см^3 (соотношение сухое молоко : вода 1:4). Интенсивно перемешивайте до полного распределения молока. Полученный стабилизатор выложите в формы и выдерживайте для застывания.

После застывания стабилизатор взвесьте, рассчитайте выход в процентах к затраченному сырью (сухому молоку) и оцените органолептические свойства – структуру, консистенцию, цвет, запах. Результаты занесите в таблицу 12.3.1.

12.3.5.2. Приготовление белковой эмульсии из сырья растительного происхождения

Подготовьте 20 г соевого изолята. В измельчитель залейте воду (льдо-водяную смесь) в количестве 100 см^3 (соотношение соевый изолят: вода 1:5) . Интенсивно перемешивайте до полного распределения изолята. Полученный стабилизатор выложите в форму и выдерживайте для застывания.

После застывания стабилизатор взвесьте, рассчитайте выход в процентах к затраченному сырью и белковому изоляту и оцените органолептические свой-

ства – структуру, консистенцию, цвет, запах. Результаты занесите в таблицу 12.3.1.

Таблица 12.3.1 – Результаты приготовления белковых эмульсий из животного и растительного сырья

Приготавливаемые продукты	Компоненты	Масса компонентов	
		г и см ³	% от массы сырья
Белковый стабилизатор из белка животного происхождения	Сухое обезжиренное молоко или сухая обезжиренная сыворотка	20 г	-
	Льдо-водяная смесь	80 см ³	Соотношение массы сухого молока и льдо-водяной смеси 1:4
	Масса эмульсии		
	Органолептическая оценка эмульсии (стабилизатора):		
Белковый стабилизатор из белка растительного происхождения	Соевый изолят	20 г	-
	Льдо-водяная смесь	100 см	Соотношение массы соевого изолята и льдо-водяной смеси 1:5
	Масса эмульсии (стабилизатора)		
	Органолептическая оценка эмульсии (стабилизатора):		

Задание 12.3.6. Приготовление белкового стабилизатора (эмульсии) из коллагенового белка – сырой и вареной свиной шкурки

12.3.6.1. Приготовьте белковый стабилизатор из сырой свиной шкурки

Выдержанную в растворах молочной или уксусной кислот, промытую от кислот и измельченную шкурку (в соответствии с заданием 12.3.4) (75 г) используйте для приготовления белкового стабилизатора. Для этого проведите тонкое измельчение шкурки с добавлением водо-ледяной смеси в количестве 20 % от массы шкурки. Измельчение смеси продолжайте до достижения температуры 18–20 °С. Полученный стабилизатор выложите в форму и выдержите для застывания.

После застывания стабилизатор взвесьте, рассчитайте выход в процентах к сырью (свиной шкурке) и оцените органолептические свойства – структуру, консистенцию, цвет, запах. Результаты занесите в таблицу 12.3.2.

12.3.6.2. Приготовьте белковый стабилизатор из вареной свиной шкурки

Подготовленную в соответствии с заданием 12.3.4 вареную шкурку после охлаждения или без охлаждения измельчите на волчке и используйте для приготовления белковых стабилизаторов холодным и горячим способами.

Холодный способ приготовления белкового стабилизатора

Охлажденную после варки и измельченную на волчке шкурку (150 г), поместите в измельчитель, добавьте 20 % от массы шкурки водо-ледяной смеси и интенсивно обрабатывайте до полного измельчения. Полученную массу выложите в форму и оставьте для застывания.

После застывания стабилизатор взвесьте, рассчитайте выход в процентах к сырью (вареная свиная шкурка) и оцените органолептические свойства – структуру, консистенцию, цвет, запах. Результаты занесите в таблицу 12.3.2.

Горячий способ приготовления белкового стабилизатора

Горячую шкурку после варки и измельчения на волчке (150 г), поместите в аппарат для тонкого измельчения, добавьте порционно 50 % к массе шкурки горячего бульона (температура 70–80 °С), в котором проводилась варка шкурки (75 г), и интенсивно обрабатывайте до полного измельчения шкурки. После обработки массу выгрузите в форму и оставьте для застывания.

После застывания стабилизатор взвесьте, рассчитайте выход в процентах к сырью (вареная свиная шкурка) и оцените органолептические свойства – структуру, консистенцию, цвет, запах. Результаты занесите в таблицу 12.3.2.

Таблица 12.3.2 – Результаты работы по приготовлению белкового стабилизатора (эмульсии) из сырой и вареной свиной шкурки

Приготавливаемые продукты	Компоненты	Масса компонентов	
		г и см ³	% от массы сырья
Белковый стабилизатор из сырой свиной шкурки	Сырая свиная шкурка измельченная	75 г	-
	Льдо-водяная смесь	15 см ³	20 % от массы шкурки
	Масса эмульсии		
	Органолептическая оценка эмульсии (стабилизатора):		
Белковый стабилизатор из вареной свиной шкурки – холодный способ	Вареная свиная шкурка измельченная	150 г	
	Льдо-водяная смесь	30 см ³	20 % от массы шкурки
	Масса эмульсии (стабилизатора)		
	Органолептическая оценка эмульсии (стабилизатора):		
Окончание таблицы 12.3.2			
Белковый стабилизатор из вареной свиной шкурки – горячий способ	Вареная свиная шкурка	150 г	
	Бульон от варки шкурки 70-80 °С	75 см ³	50 % от массы шкурки
	Масса эмульсии (стабилизатора)		
	Органолептическая оценка эмульсии (стабилизатора):		

Задание 12.3.7. Приготовление белково-коллагеново-жировой эмульсии (БКЭ) (белково-жирового стабилизатора)

Для приготовления белково-коллагеново-жировой эмульсии используйте вареную измельченную свиную шкурку, подготовленную в соответствии с заданием 12.3.4, соевый изолят и жировой компонент – измельченный свиной шпик.

Процесс проводите в измельчителе, соотношение соевый изолят, вареная шкурка, вода и измельченный на волчке жировой компонент 1:30:30 + 30 (свиной шпик). Приготовьте белково-коллагеново-жировую эмульсию холодным и горячим способами

12.3.7.1. Приготовьте белково-коллагеново-жировую эмульсию холодным способом

Сначала в небольшом количестве водо-ледяной смеси разведите соевый изолят (5 г), затем внесите вареную измельченную на волчке шкурку (150 г) и продолжайте обработку смеси до полного измельчения шкурки. Во время обработки смеси вносите оставшуюся льдо-водяную смесь и порционно вносите жировой компонент – измельченный на волчке свиной шпик. Добавьте вместе со льдо-водяной смесью 0,3 % к массе шкурки полифосфата натрия (0,4 г). Обработку продолжайте до образования равномерной эмульсии. Температура готовой эмульсии должна быть не выше 23 °С.

После обработки массу выгрузите в форму и оставьте для застывания.

Затем взвесьте, рассчитайте выход стабилизатора в процентах к затраченному сырью (вареная свиная шкурка + соевый изолят + свиной шпик) и оцените органолептические свойства – структуру, консистенцию, цвет, запах.

Результаты занесите в таблицу 12.3.3.

12.3.7.2. Приготовьте белково-коллагеново-жировую эмульсию горячим способом

Соотношение компонентов (соевый изолят: свиная шкурка: вода) 1:30:30 + 30 (свиной шпик). В 50 см³ теплой воды (30–35 °С) распределите определенное количество соевого изолята (5 г) при перемешивании, затем внесите измельченную на волчке горячую шкурку (150 г) и продолжайте обработку в измельчителе. Во время измельчения шкурки порционно добавляйте горячую воду (80–90 °С) в количестве 100 см³. Затем внесите 0,4 г полифосфата натрия (0,3 % к массе шкурки) и порционно жировой компонент в количестве 150 г. Измельчение продолжайте до полного измельчения жира и его эмульгирования. Готовую эмульсию выгрузите и оставьте для застывания.

После застывания стабилизатор взвесьте, рассчитайте выход в процентах к затраченному сырью (соевый изолят + вареная свиная шкурка + свиной шпик) и оцените органолептические свойства – структуру, консистенцию, цвет, запах.

Результаты занесите в таблицу 12.3.3.

Таблица 12.3.3 – Результаты работы по приготовлению белково-коллагеново-жировой эмульсии холодным и горячим способами

Компоненты		Соотношение компонентов, части	Масса компонентов, г	
			при холодном способе	при горячем способе
Соевый изолят		1	5	5
Вареная свиная шкурка измельченная		30	150	150
Вода теплая (30–35 °С) + горячая (80–90 °С)		30	150	150
Жировой компонент – свиной шпик измельченный		30	150	150
Полифосфат натрия		0,3%	0,4	0,4
Масса эмульсии	г	-		
	% к массе сырья	-		
Органолептическая оценка эмульсии	при холодном способе			
	при горячем способе			

Задание 12.3.8. Сравнить показатели органолептической оценки образцов белковых стабилизаторов (эмульсий)

Сравните органолептические показатели белковых стабилизаторов (эмульсий), приготовленных различными способами из различного сырья (см. таблицы 12.3.1–12.3.3) и сделайте выводы по проделанной работе.

Рекомендуемая литература

1. Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. – Москва: Колос, 2001. – 566 с.
2. Жаринов, А. И. Краткие курсы по основам современных технологий переработки мяса. Курс 1. Эмульгированные и грубоизмельченные мясопродукты / А. И. Жаринов. – Москва, 1994. – 154 с.
3. Антипова, Л. В. Прикладная биотехнология. УИРС для специальности 270900: учеб. пособие / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, А. И. Жаринов. – Воронеж: Воронеж. гос. техн. акад., 2000. – 332 с.
4. Гигиенические требования по применению пищевых добавок. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1293-03. – Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 417 с.
5. Зонин, В. Г. Современное производство колбасных и солено-копченых изделий / В. Г. Зонин. – Санкт-Петербург: Профессия, 2006. – 227 с.
6. Соколов, А. Ю. Новые способы переработки коллагенсодержащего сырья мясной промышленности / А. Ю. Соколов, Л. Ф. Митасова, С. К. Апраксина // Все о мясе. – 2008. – № 6. – С. 38–40.
7. ГОСТ 33629–2015. Консервы молочные. Молоко сухое. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 10 с.

8. ГОСТ 33958–16. Сыворожка молочная сухая. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 12 с.
9. ГОСТ 33920–2016. Казеинаты пищевые. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 18 с.
10. ГОСТ 33310–2015. Добавки пищевые. Загустители пищевых продуктов. Термины и определения. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 10 с.
11. ГОСТ 32244–2013. Субпродукты мясные обработанные. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 12 с.
12. ГОСТ 33692–2015. Межгосударственный стандарт. Белки животные соединительнотканнные. Электронный фонд актуальных правовых и нормативно-технических документов. – Москва: АО «Кодекс». – 2021.

Вопросы для самопроверки

1. К какому типу дисперсных систем относятся фарши вареных, полу-, варено- и сырокопченых колбас и рубленых полуфабрикатов?
2. Какие функции должны выполнять пищевые добавки, используемые при производстве указанных видов продукции?
3. Являются ли мясные системы устойчивыми дисперсными системами?
4. Какие пищевые добавки используются для повышения водоудерживающей способности в мясных системах?
5. Какие классы веществ относятся к низкомолекулярным и высокомолекулярным пищевым добавкам?
6. Какие функции выполняют белки при формировании структурно-механических, пищевых и биологических характеристик пищевых продуктов?
7. Какими свойствами обладают коллагеновые белки, используемые при производстве мясных продуктов?
8. Почему жировые компоненты при приготовлении фарша мясных продуктов целесообразнее вносить в виде белково-жировых эмульсий?

Лабораторная работа № 13

Тема: **БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ И ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ**

Цель работы: приобретение знаний, умений и навыков по биотехнологическим способам промышленного использования и утилизации органических отходов пищевых производств.

Задачи:

- приобретение знаний по классификации пищевых отходов;
- закрепление знаний об экологической опасности разлагающихся отходов сырья растительного и животного происхождения;
- приобретение знаний о способах дополнительной переработки отходов растительного и животного происхождения в качестве вторичного сырья для повышения экономической эффективности производства пищевой продукции;
- приобретение знаний о способах утилизации твердых органических отходов предприятий пищевой промышленности;
- приобретение знаний о технологиях сбора и утилизации сточных вод атмосферных, бытовых и предприятий пищевой промышленности;
- приобретение знаний об основных принципах работы установок для аэробной и анаэробной биотехнологической очистки сточных вод;
- приобретение знаний по использованию биотехнологических способов производства кормовой и технической продукции из компонентов сточных вод предприятий пищевой промышленности.

13.1. Материально-техническое обеспечение

- ФЗ №89 «Об отходах производства и потребления».
- ФЗ №52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
- Кодекс № 195-ФЗ «Об административных правонарушениях».
- СанПиН 2.1.3. 684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».
- Технический регламент таможенного союза ТР ТС 021 /2011 «О безопасности пищевой продукции».

13.2. Справочно-теоретический материал

К безотходному производству стремятся все развитые страны. Речь идет об экологичной утилизации отходов не только бытового и строительного характера, но и пищевых. Утилизация пищевых отходов должна строго осуществляться в организациях, где имеются такие остатки. Нарушение требований законодательства по срокам и условиям переработки отходов ведет к наложению штрафов и санкций надзорными органами. Используемые методы переработки пищевого мусора позволяют значительно снизить нагрузку на природу и сэкономить средства.

При переработке пищевого сырья наряду с готовой (целевой) продукцией образуются пищевые отходы и большие объемы сточных вод. Часть отходов доброкачественна и пригодна для повторного использования в качестве вторичного сырья. Некоторые отходы могут быть опасны и подлежат утилизации.

По физическим параметрам пищевые отходы делят на твердые, мягкие и жидкие, которые в свою очередь образуют группы по следующим видам:

- остатки пищевых продуктов, полученные при сортировке сырья, т. е. отсеянный брак;
- отходы, образующиеся во время приготовления пищи (очистки от овощей, кожура от фруктов и еда, утратившая свои потребительские свойства);
- недоброкачественные и просроченные продукты;
- продукция, отнесенная к бракованной из-за повреждения упаковки или контейнера.

Отходы по характеру происхождения делят на растительные и животные. Растительные – овощи, фрукты, ягоды, злаки, орехи и бобовые. Продуктами животного происхождения являются яйца, мясо птицы, животных, рыба, моллюски и насекомые.



Рисунок 13.2.1 – Пищевые отходы

Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (МПР РФ) №536 от 4.12.2014 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду» утвержден перечень признаков, по которым можно установить класс опасности отходов. Любое вещество считается вредным, если оно оказывает отрицательное влияние на самочувствие человека или

провоцирует развитие той или иной болезни. Степень негативного влияния тем выше, чем больший срок требуется для восстановления окружающей среды.

1. Первый класс. Повышенная опасность для человека и экологии в целом.

2. Второй класс. Высокий уровень опасности. Восстановительный период после выброса такого мусора в окружающую среду занимает до 30 лет.

3. Третий класс. Умеренно опасные выбросы. После их разложения природа восстанавливается около 10 лет.

4. Четвертый класс. Приносят незначительный урон окружающей среде. Период восстановления – три года.

5. Пятый класс. Отходы безопасны для человека и природы.

Пищевые отходы относят к IV и V классу опасности. По сути, они не наносят урона окружающей среде, но при избытке могут доставлять человечеству много неудобств. Перегнивающие массы становятся средой для размножения микробов, тараканов, мух и крыс, которые могут стать переносчиками опасных болезней.

Переработка отходов включает следующие этапы:

- **обработка.** Это – процесс предварительной подготовки отходов к их последующей утилизации, включая их разборку, очищение и сортирование;

- **утилизация отходов.** Она связана с последующим использованием отходов в производстве продукции. В лицензию на утилизацию отходов включается *рециклинг* (или вторичное, без подготовки, использование отходов в производстве, как сырья), *регенерация* (т. е. возвращение отходов в производство, но после их подготовки) и *рекуперация* (или изъятие из отходов ценных составляющих, которые можно повторно использовать);

- **обезвреживание.** Это снижение опасного воздействия, какое может оказать тот или иной вид отходов на окружающую среду и на здоровье человека. В ходе этого процесса может произойти сокращение массы отходов, изменение в их физико-химических свойствах и в составе, и т. д.

Переработка отходов пищевых производств в РФ регламентируется документами нормативно-правового характера, а именно:

- ФЗ № 89 «Об отходах производства и потребления». Устанавливает цели и определяет основополагающие принципы политики в этой области;

- ФЗ № 52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». В нем сосредоточены санитарные требования к сбору, накоплению, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов производства и потребления;

- Кодекс № 195–ФЗ «Об административных правонарушениях». В нем установлена ответственность за несоблюдение санитарных норм.

Требования к отходам пищевой промышленности регламентируются Ветеринарно-санитарными правилами, требованиями Россельхознадзора и нормами СанПиН (санитарных правил и норм). Установлен определенный порядок утилизации пищевых отходов в максимально короткие сроки (до начала гниения или брожения отходов). Сбор, вывоз, переработка и захоронение отходов должны проводиться по отведенному каждому предприятию графику.

Санитарные правила и нормы предусматривают требования к сбору, хранению и вывозу пищевых отходов. Введенные с 01.03.2021 г. СанПиН 2.1.3 684–21 – Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям,

эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» определяют деятельность работников, осуществляющих эксплуатацию любых типов зданий, в том числе предприятий пищевой промышленности и биотехнологии. Все пищевые предприятия должны иметь договор на вывоз и утилизацию отходов.

Существует несколько способов переработки остаточного сырья (отходов):



Рисунок 13.2.2 – Свалка пищевых отходов

Свалка – самый распространенный вариант (рисунок 13.2.2). На отведенных территориях складировать пищевые отходы. Их разложение способствует выделению в атмосферу различных количеств вредных веществ.

Переработка в органические удобрения

Органические удобрения могут формироваться в результате нескольких действий:

- *Закапывание* отходов в специально отведенном полигоне, в лесной зоне. Через определенное время образуются органические удобрения, питающие почву. Важно не допускать скопления излишков отходов и следить за временным интервалом их подачи.
- *Биопереработка или компостирование*
 - Это медленный процесс разложения отходов, но более полезный с точки зрения возможности дальнейшего использования. Через определенное время образуются биоудобрения. *Компостирование* происходит с участием земляных червей, насекомых или бактерий, микроорганизмов и грибов. На образование органических удобрений уходит от шести месяцев до двух лет. Способы получения органических удобрений делятся на аэробный (кислород помогает скорейшему разложению) и анаэробный (воздух не поступает).
 - *Усиленная переработка*. Отходы подвергаются воздействию специальной жидкости, обогащенной определенными бактериями. На выходе получается органическое удобрение, которое благотворно воздействует на состав почвенных слоев земли. Самым распространенным способом утилизации пищевых отходов считается захоронение на полигонах.
- *Другие способы.*

Для получения питательного для зверья сырья нужно провести несколько этапов его термической переработки: пропаривание, высушивание и очищение от балластных фракций. Первичное свежее сырье под высоким давлением и

температуре выдавливается путем сухого трения, затем перемешивается, сжимается, измельчается, нагревается, варится, стерилизуется, а затем приобретает необходимую для использования форму.

Широко распространены технологии экструзионной переработки, которые позволяют получать более ценные по своим питательным свойствам корма. Эструдеры могут перерабатывать от 50 кг до нескольких тонн отходов в час.

Сбор и утилизация отходов пищевых производств регламентируется также Техническим Регламентом Таможенного Союза 021/2011 «О безопасности пищевых продуктов». Этот технический регламент предусматривает следующее.

Пищевая продукция, не соответствующая требованиям этого технического регламента и (или) иных технических регламентов государств-членов Таможенного Союза, в том числе пищевая продукция с истекшими сроками годности, подлежит изъятию из обращения *участником хозяйственной деятельности (владельцем пищевой продукции)* самостоятельно, либо по предписанию уполномоченных органов государственного контроля (надзора).

В регламенте сформулированы *требования (ст. 16) к условиям хранения и удаления отходов при производстве пищевой продукции:*

1. Отходы должны регулярно удаляться из производственных помещений.
2. Отходы, образующиеся в процессе производства пищевой продукции, делятся на категории: а) растительные; б) состоящие из животных тканей; в) жизнедеятельности продуктивных животных; г) иные (твердые отходы, мусор).
3. Отходы в соответствии с категорией должны разделяться в промаркированные, находящиеся в исправном состоянии и используемые исключительно для сбора и хранения таких отходов, закрываемые емкости.
4. Конструктивные характеристики емкостей должны обеспечивать возможность их очищения и (или) мойки и защиту от проникновения животных.
5. Удаление и уничтожение отходов из производственных помещений, с территории объекта по производству пищевой продукции не должны приводить к загрязнению пищевой продукции, окружающей среды, возникновению угрозы жизни и здоровью человека.

Сформулированы также *требования к процессам утилизации опасной пищевой продукции (ст. 18):*

1. Утилизации подлежит пищевая продукция, не соответствующая требованиям технического регламента по опасности пищевого отравления.
2. Решение о возможности использования пищевой продукции, не соответствующей требованиям настоящего технического регламента, на корм животным принимается уполномоченными органами государственного ветеринарного надзора или иными уполномоченными лицами в соответствии с законодательством государства-члена Таможенного союза в области ветеринарии.
3. Пищевая продукция, не соответствующая требованиям ТР ТС 021/2011, до проведения утилизации должна направляться на хранение, условия осу-

ществления которого исключают возможность несанкционированного доступа к ней, и подлежит учету.

4. При утилизации пищевой продукции по предписанию уполномоченного органа государственного контроля (надзора), владелец пищевой продукции, не соответствующей требованиям технического регламента, осуществляет выбор способов и условий ее утилизации.

5. Приведение пищевой продукции, не соответствующей требованиям технического регламента, в состояние, не пригодное для любого ее использования и применения, а также исключаящее неблагоприятное воздействие ее на человека, животных и окружающую среду (далее – уничтожение) осуществляется любым технически доступным способом с соблюдением обязательных требований законодательства государства-члена Таможенного союза в области защиты окружающей среды.

6. В случаях, когда уничтожению подлежит непригодная к использованию по назначению пищевая продукция, представляющая опасность возникновения и распространения заболеваний или отравления людей и животных, загрязнения окружающей среды, владелец этой пищевой продукции письменно уведомляет уполномоченный орган государственного контроля (надзора) государства-члена Таможенного союза, вынесший предписание, об утилизации пищевой продукции, о выбранных месте, времени, способах и условиях утилизации.

7. Инфицированная пищевая продукция, опасная для людей и животных, перед уничтожением или в процессе уничтожения подвергается обеззараживанию.

8. При утилизации пищевой продукции, не соответствующей требованиям технического регламента, в том числе пищевой продукции с истекшими сроками годности, по предписанию уполномоченного органа государственного контроля (надзора) изготовитель и (или) импортер, и (или) продавец обязан представить в такой орган государственного контроля (надзора), вынесший предписание об их утилизации, документ, подтверждающий факт утилизации.

Естественно, в первую очередь представляется целесообразной переработка образующихся из обрабатываемого сырья отходов для непосредственного получения дополнительной, в том числе пищевой продукции. Это оказывается возможным при переработке свежих, санитарно благополучных отходов растительного и животного сырья в *условиях безотходных и малоотходных технологий*.

Под *безотходной* технологией переработки вторичных продуктов понимают совокупность принципов организации и функционирования производства, позволяющих рационально использовать все компоненты сырья и энергии в замкнутом цикле, не нарушая сложившееся экологическое равновесие в биосфере.

Основой безотходных производств является комплексная переработка сырья с использованием всех компонентов.

Малоотходные технологии представляют собой промежуточный этап между традиционными и безотходными технологиями. При малоотходном производстве вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарными нормами.

Проблему рационального использования вторичных продуктов и отходов можно решать методами биотехнологии, целенаправленно используя ферменты и живые клетки микроорганизмов.

Наряду со вторичными продуктами и отходами на предприятиях образуется большое количество сточных вод, в переработке и очистке которых немаловажную роль играют биотехнологические процессы.

Рассмотрим некоторые примеры использования вторичного сырья при производстве пищевой продукции.

Вторичное сырье мясо-молочной промышленности является прекрасным источником и одновременно субстратом для ферментов при выработке продуктов питания. При промышленном производстве различных молочных продуктов (сливочное масло, сыр, творог, казеин) образуются такие вторичные продукты, как обезжиренное молоко, пахта и молочная сыворотка. Низкое содержание жировых компонентов, сбалансированный состав аминокислот, наличие биологически активных веществ обуславливают огромные потенциальные возможности этого сырья в создании пищевых продуктов.

В России и за рубежом выпускается широкий ассортимент продуктов из вторичного молочного сырья – напитки, белковые концентраты и добавки, сгущенные продукты, плавленые сыры, молочный сахар, легкоусвояемые продукты в виде паст и порошка, творог, заменители цельного молока (ЗЦМ) и др. Однако проблема полного и рационального использования вторичного молочного сырья пока не решена. Промышленная переработка обезжиренного молока и молочной сыворотки в РФ составляет соответственно 52 и 51 %. Около 40 % белка, содержащегося в заготавливаемом молоке, возвращается на кормовые цели с обезжиренным молоком, ЗЦМ и сывороткой.

Одной из важных проблем при переработке молочной сыворотки с целью получения лактозы является очистка ее от высокомолекулярных белков. Традиционно белки сыворотки выделяют тепловой денатурацией, адсорбцией на бентонитах, активных углях и смолах, электрофлотацией, электродиализом, ультрафильтрацией и обработкой в электромагнитном поле. Кроме того, при производстве лактозы для очистки от высокомолекулярных белков успешно применяют протеазы.

Биотехнологические приемы в производстве молочного сахара способствуют улучшению качества и сокращению продолжительности кристаллизации.

Применение ферментов для гидролиза белков молочной сыворотки имеет большое значение в получении напитков, обогащенных сред и ингредиентов (лактозы, сывороточных белков и др.). Применение 5 % гидролизованной сгущенной молочной сыворотки в технологии хлеба обеспечивает интенсификацию процесса приготовления теста, улучшение качества, вкуса и аромата хлеба, повышение усвояемости, экономию муки и сахара. Известны способы активации хлебопекарных дрожжей с использованием гидролизованной сыворотки.

Сывороточно-белковые концентраты с гидролизованной лактозой применяются в кондитерской промышленности.

Гидролиз лактозы при концентрировании молока, предназначенного для хранения в замороженном состоянии, повышает стабильность его белков. Улучшается регенерация концентратов, исчезают пороки консистенции, связанные с кристаллизацией лактозы.

Гидролиз лактозы используют в производстве кисломолочных продуктов и сыров. При этом увеличивается скорость роста молочнокислых бактерий и дрожжей заквасок, ускоряются процессы сквашивания и созревания, повышается биологическая ценность продуктов.

Использование ферментного препарата (β -галактозидазы из *Penicillium canescens* F-178) в производстве кефира стало возможно благодаря выявлению зависимости между степенью гидролиза лактозы, энергией кислотообразования и размножением молочнокислых бактерий, которые входят в состав кефирных грибков. Продолжительность сквашивания сокращается на 2,5–3 ч, а готовый кефир имеет улучшенные качественные показатели.

В ряде стран освоено производство различных пищевых добавок на основе ферментных гидролизатов вторичных молочных продуктов. Например, в Ирландии разработаны казеинаты и белковые концентраты для пищевой и мясной промышленности. Аналогичный ассортимент пищевых добавок выпускает фирма *Prosjerite Industries* (Франция). Добавки используют при изготовлении мороженого для улучшения взбиваемости, повышения вязкости и устойчивости пищевой смеси.

Ввиду тенденции к выпуску низкокалорийных продуктов особое значение имеет переработка обезжиренного молока и пахты для получения творога.

Для коагуляции белков пахты и обезжиренного молока применяют молоко-свертывающие ферменты животного происхождения (реннин, пепсин) и полученные из микробных источников. Особый эффект можно получить при использовании в технологии творога композиции микробных ферментов – молоко-свертывающего и β -галактозидазы.

При обработке пахты микробным молоко-свертывающим препаратом, например протопигмауесином П10х, в технологии творога продолжительность сквашивания молока сокращается на 30–40 %, формируется качественный сгусток с хорошими синергическими свойствами. Введение в пахту перед коагуляцией копреципитатов способствует обогащению продукта белком.

Интересным перспективным направлением является возможность использования молочной сыворотки при обработке рыбного сырья, так как проявляется способность сыворотки снижать или ослаблять специфический рыбный запах при производстве различных функциональных продуктов.

К малоценным отходам птицеперерабатывающей промышленности относят производные кожи – гребень, сережки, когти, клюв, а также пух и перо подкрылок. Многие из них имеют полноценный набор аминокислот и используются для получения пищевых белковых гидролизатов с различным соотношением пептидов и аминокислот. Для кератиновых белков необходимо проведение предварительной обработки для разрушения межмолекулярных и внутримолекулярных дисульфидных связей. Для получения гидролизатов кератиновых

белков применяют разные физико-химические и биохимические методы. Наибольшее распространение получили гидротермический, химический (кислотный или щелочной) и ферментативный способы гидролиза, а также их комбинации.

В результате деструкции под действием ферментов кератины переходят в усвояемую животным организмом форму. Кератиновые гидролизаты в количестве 25–30 % в рецептурах заменителей цельного молока позволяют увеличить привес молодняка, улучшить работу желудочно-кишечного тракта животных.

Высокая биологическая ценность кератиновых гидролизатов позволяет эффективно использовать их в качестве заменителя муки при производстве хлеба, бисквитов. Аналогично яичному белку они образуют плотную, стабильную и вязкую эмульсию с растительным маслом. На их основе получают соусы, приправы, белковые обогатители для колбасных изделий и паштетов. Кератиновые гидролизаты – хороший источник для получения свободных аминокислот и их смесей. Гидролизаты применяют в парфюмерно-косметической промышленности.

В мясной промышленности отходы кишечного и шкуроконсервировочного производства включают обрезки и брак, полученный при технологической обработке. Такие виды вторичного коллагенсодержащего сырья весьма перспективны для получения очищенных коллагеновых масс, кормовых и пищевых добавок. Однако это направление реализовано еще недостаточно. В отечественной практике коллагеновые массы используют в технологии искусственных колбасных оболочек типа «белкозин». Но их целесообразно использовать также для дозированного обогащения продуктов питания пищевыми волокнами, получения съедобных пленочных материалов и покрытий.

Костное и другое коллагенсодержащее сырье является основой для получения минеральных и пептидных добавок для продуктов специализированного питания, в том числе остеопротекторного действия, продуктов спортивного питания, разнообразных аминокислотных гидролизатов, свободных аминокислот. Коллагенсодержащее сырье (свиная шкурка, жилки и др.) используется для приготовления коллагеново-жировых эмульсий, обогатителей для колбас и рубленых полуфабрикатов.

Коллагеновые препараты, полученные методами биотехнологии из вторичного сырья, используются в хирургической практике, для изготовления протезов сосудов, фрагментов суставов, в качестве покровных пленок при лечении ожогов, в косметологии.

Современная рыбоперерабатывающая промышленность располагает опытом биотехнологической переработки отходов. Наиболее известные примеры связаны с получением и применением пищевых автолизатов, минеральных добавок, коллагеновых субстратов и др.

Отходом производства пищевых топленых жиров является фуза. При производстве 1 т пищевого топленого жира получают 30 кг говяжьей, 24 кг свиной и 150 кг мездровой фузы. Примером безотходной технологии перера-

ботки фузы является получение дополнительной кормовой продукции – жиро-фосфатидно-белкового концентрата.

К отходам переработки крупного и мелкого скота относится содержимое желудочно-кишечного тракта. Практический интерес представляет содержимое преджелудков (каныга) и сычуга жвачных животных и желудков свиней. Выход каныги составляет в среднем 10 % от массы крупного рогатого скота и 8 % от массы мелкого рогатого скота; выход содержимого сычуга составляет 0,24–0,33 % от массы крупного рогатого скота и 0,64–0,76 % от массы мелкого рогатого скота. Содержимое желудочно-кишечного тракта, богатого белками, клетчаткой, витаминами и минеральными веществами, может служить сырьем для получения сухого растительного и влажных кормов, а также кормовых добавок.

Значительная часть в объеме непищевых отходов животного происхождения приходится на долю навоза всех видов сельскохозяйственных животных, птичьего помета.

При переработке убойных животных на мясокомбинатах скапливается от 1 до 5 % навоза и помета к живой массе скота. Организм животных и птицы не использует все питательные вещества корма, особенно азот. Мелкий и крупный рогатый скот выделяет с экскрементами половину принятого с кормом азота, а свиньи и птицы – более 60 %. Помет богат сырым протеином, жиром, безазотистыми веществами, витаминами, минеральными соединениями и может быть кормовым сырьем.

Навоз и помет перерабатывают на удобрения в основном биологическим способом. Сухой навоз при сжигании выделяет тепла больше, чем древесина.

В США из сухого навоза получают этилен, метан, этан и аммиак. Птичий помет в сухом и сброженном виде используют для получения белково-витаминной добавки для откорма телят. Разработана технология получения кормовой добавки из смеси птичьего помета, малоценного пера и животного жира, которая за счет разрыва дисульфидных и углеводно-лигнинных связей переводит компоненты смеси в усвояемую организмом животных форму.

Одним из перспективных направлений переработки отходов мясо- и птицеперерабатывающих производств и откормочных хозяйств является производство компостов – питательных субстратов, используемых для выращивания растений и мицелия грибов.

Побочные продукты и отходы, содержащие углеводы, можно перерабатывать традиционными методами брожения. Например, мелассу (побочный продукт свеклосахарного производства) и крахмал, подверженный кислomолочному или ферментативному гидролизу, используют для производства спирта и фруктозного сиропа.

Переработка сточных вод. Классификация методов их очистки

Промышленные предприятия являются основными потребителями воды как для технологических целей, так и на вспомогательные нужды: охлаждение оборудования, транспортировку сырья, удаление отходов производства и т. д. В результате образуются большие объемы сточных вод.

Сточные воды представляют собой воды, отводимые системой труб или каналов, а также образующиеся в результате выпадения атмосферных осадков и стока поливомоечных вод на территориях населенных мест, стоки промышленных предприятий после использования воды в процессе бытовой или производственной деятельности.

По происхождению сточные воды подразделяются на:

- 1) бытовые – это воды, загрязненные отходами физиологического и бытового происхождения;
- 2) промышленные – воды, образованные во время технологических процессов, являются самыми опасными для окружающей среды;
- 3) атмосферные – воды, образованные талыми и дождевыми стоками. Основными загрязнителями в них являются минеральные примеси.

Состав сточных вод различен. В целом загрязняющие вещества подразделяются на:

- биологические, содержащие грибки, бактерии, водоросли, микроорганизмы;
- химические – наиболее распространенные виды загрязняющих веществ, куда относятся нефть, тяжелые металлы, ПАВ и др.;
- физические – радиоактивные вещества, взвешенные частицы, ил и т. д.

Перед сбросом в естественные водоемы сточные воды должны подвергаться очистке. Известны три основных типа очистных сооружений:

- локальные – устанавливаются на предприятиях непосредственно после технологических установок и являются частью технологической схемы. Непосредственно на этих установках извлекаются ценные примеси. На данном типе очистных сооружений применяются методы отстаивания, экстракции, фильтрования, сорбции, коагуляции;
- заводские – это установки по биологической очистке и дезинфекции;
- районные или городские – на них осуществляется механическая (фильтрация, отстаивание) либо биологическая очистка бытовых сточных вод.

Применяются различные методы: механические, физико-химические, химические, биотехнологические, термохимические и термические. В связи с широким потреблением водных ресурсов человечеством и невозможностью самостоятельного и быстрого очищения стоков в природных условиях возникла необходимость в искусственном очищении. И если избавиться от неорганических компонентов можно с помощью гравитации, то для удаления органических примесей требуется биологическая очистка сточных вод за счет расщепления органических соединений колониями определенных микроорганизмов.

Органические примеси являются питательной средой для большого количества микроорганизмов, при жизнедеятельности которых разрушаются органические соединения до аминокислот, элементарных белков и обрывков цепочек ДНК. Образовавшийся материал стимулирует усиленное размножение микроорганизмов, вызывая, таким образом, взрывообразное увеличение численности колонии.

Отмершие части колоний микроорганизмов вместе с непереработанной органикой выпадают на дно водоема или резервуара безвредным илом. Одновременно с этим происходит очистка стоков от ядовитых и сложных органических соединений.

Преимуществом данного способа очистки является полная саморегулируемость. При уменьшении процентного содержания органической составляющей приостанавливается рост колонии, а в некоторых случаях наблюдается и уменьшение численности микроорганизмов.

Предварительная биологическая очистка сточных вод

В настоящее время при обезвреживании и использовании сточных вод приоритетными признаны биологические способы их очистки, отличающиеся глубоким обезвреживанием токсикантов, компактностью, возможностью полного использования продуктов ферментации.

В зависимости от того, в каких условиях (аэробных или анаэробных) проводится обработка сточных вод, разработаны два принципиально разных способа.

Аэробные способы очистки делят на экстенсивные и интенсивные.

Очистка сточных вод экстенсивными способами осуществляется на полях орошения, в биопрудах, на полях фильтрации. Микроорганизмы, концентрируясь в верхних слоях, образуют биоценозы, в которых процессы размножения микрофлоры не управляются. Деятельность биоценозов обеспечивает очистку сточных вод. Процессы самоочищения сточных вод осуществляются в открытых искусственных водоемах (рисунок 13.2.3). Такой способ намного выгоднее других методов очистки. Для поступления достаточного количества кислорода глубина искусственного водоема не должна превышать 1 м: вода хорошо прогревается, что благоприятно сказывается на жизнедеятельности микроорганизмов.



Рисунок 13.2.3 – Биологические пруды

Наиболее эффективно очищение протекает в теплое время года, а при снижении температуры до 6 °С окислительные процессы замедляются. При минусовых температурах бактерии впадают в спячку.

Условно биологические пруды можно разделить на три категории:

- водоемы с разбавлением (стоки перемешиваются с речной водой);

○ многоступенчатые водоемы без разбавления (стоки попадают в пруд только после предварительного отстаивания, нередко используется каскадный метод расположения водоемов);

○ водоемы для доочистки стоков.

В то время как в первом случае процесс очищения занимает около 14 дней, на очистку стоков в многоступенчатых водоемах уходит почти месяц.

Биологические методы очистки сточных вод: сооружения и системы

Для ускорения процесса и увеличения пропускной способности очистных сооружений для очистки сточных вод применяются биологические реакторы. Основными преимуществами биологической очистки стоков являются:

- невысокая стоимость (стоимость очистки одной единицы стоков существенно ниже очищения стоков механическим или химическим методом);

- надежность;

- отсутствие необходимости в регулярном закупе расходных материалов (теоретически микроорганизмы не нуждаются в замене, так как являются самовоспроизводимыми живыми существами, но на практике заменять колонии надо, но не чаще одного раза в пять-шесть лет);

- экологичность;

- высокая степень очищения сточных вод (до 99 %).

Аэробная биологическая очистка

Это длительный процесс, протекающий на промышленных предприятиях в специальных аппаратах – аэротенках – для очистки сточных вод.

Для аэробной биологической очистки используются колонии микроорганизмов, которым для жизнедеятельности необходим доступ к кислороду.

Аэробный реактор (аэратенк, рисунок 13.2.4) представляет собой бетонную или металлическую емкость большого объема, на небольшом расстоянии от дна которой распо-

лагаются загрузки (в виде сита или «елочек») из полимерных материалов. Загрузки являются основой для размещения аэробных микроорганизмов.

На дне располагаются аэраторы – трубы с небольшими отверстиями. Проходящий воздух насыщает

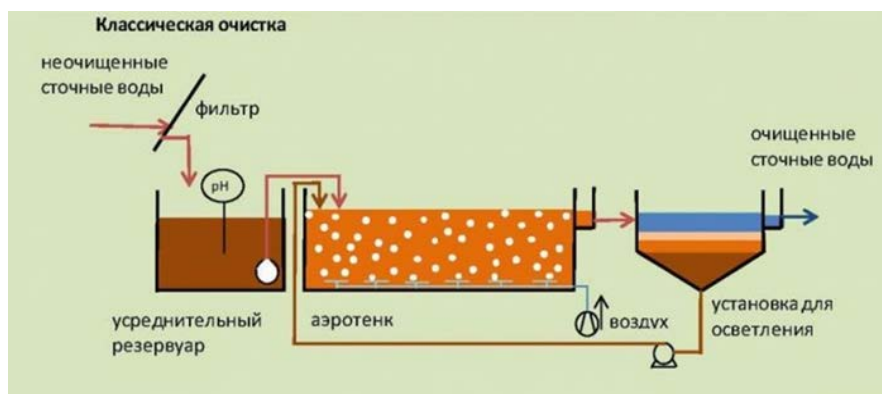


Рисунок 13.2.4 – Классическая схема аэробной очистки сточных вод

воды кислородом. При окислении органической составляющей выделяется большое количество энергии, вызывающей значительное повышение температуры внутри реактора. Аэротенки оснащаются сложной электронной системой, создающей благоприятные для микроорганизмов условия.

Бактерии, дрожжи, грибы образуют с веществами сточных вод так называемый *активный ил*. Активный ил – субстанция из темно-коричневых хлопьев размером до нескольких сотен микрометров, состоящих на 70 % из живых организмов (*Actinomyces*, *Artitrobacter*, *Bacillus*, *Bacterium*, *Corynebacterium*, *Desulfotomaculum*, *Micrococcus*, *Pseudomonos*, *Sarcina* и т. д.) и на 30 % из твердых неорганических частиц. Комплекс живых организмов и неживого носителя образует зоогель – симбиоз популяций организмов, покрытых общей слизистой оболочкой. Существенная роль в формировании биоценоза принадлежит простейшим. Они не участвуют в утилизации органических загрязнений, но регулируют качественный состав микрофлоры активного ила.

Основная проблема аэробной очистки сточных вод состоит в снабжении микробов кислородом. С этой целью сточные воды в аэротенке следует перемешивать и обогащать (на расщепление 1 г сахара требуется 1 г кислорода; один человек за сутки выделяет столько сточной воды, что на ее разложение микроорганизмам требуется 54 г кислорода, растворимость которого в воде составляет 9 мг/дм³). Воздух не дает хлопьям активного ила конгломерировать, они остаются во взвешенном состоянии и хорошо снабжаются кислородом.

К основным параметрам при биологической очистке относятся: температура, рН среды, концентрация молекулярного кислорода, скорость перемешивания, наличие токсических примесей, угнетающих жизнедеятельность микроорганизмов и простейших, возраст и концентрация клеток. Последовательность очистки в общем виде можно представить следующим образом:

- отделение грубых примесей (бумага, куски дерева, обрывки материи);
- осаждение песка в песколовках (получение осадка);
- отделение жира и масел (субстрат).

Полученный осадок измельчают, разрушают аэробным или анаэробным способом и утилизируют (сжигают) или используют в качестве удобрения.

Субстрат (смесь жировых и других органических веществ) осаждают химическим путем, а содержащиеся в нем органические вещества удаляют.

Доочистка

После биологического очищения сточные воды могут быть направлены сразу в грунт или использованы для полива растений. В большинстве случаев содержащиеся в сточных водах, очищенных биологическим методом, остаточные органические соединения, биогенные элементы, ПАВ и бактерии негативно влияют на водоемы. В связи с этим производственным сточным водам требуется доочистка, предусматривающая:

- уменьшение объема взвешенных веществ;
- снижение величин ХПК, БПК и содержания ПАВ, азота и фосфора;
- обеззараживание;
- насыщение стоков кислородом при их спуске в водоемы рыбохозяйственного назначения.

Как правило, на дне реактора имеется известковая засыпка, эффективно соединяющая химически активные элементы. При этом на выходе из сооруже-

ния может располагаться дополнительный биологический фильтр, увеличивающий степень очищения до 99 процентов.

Использование метода биологического очищения сточных вод наиболее эффективно по сравнению с рядом других способов очистки.

Для биологического очищения сточных вод используется мембранные биореакторы.

Мембранный биореактор сочетает в себе процессы микро- и ультрафильтрации и процесс аэробного биологического очищения сточных вод. Мембраны выполняют роль барьера для загрязнений с высокой селективностью.

Очистка сточных вод *интенсивными способами* протекает в условиях естественно возникшего биоценоза. Качественный и количественный состав микрофлоры биоценоза зависит от состава сточных вод предприятий и выбранного режима очистки.

Биореакторы анаэробного типа (метантенки) – герметичные металлические или бетонные конструкции, в которых обитают микроорганизмы, не нуждающиеся в кислороде (рисунок 13.2.5).

В таком реакторе при разложении органических соединений не происходит значительного увеличения колоний или выброса энергии. Поэтому электронной системы контроля условий обитания не требуется, что существенно снижает стоимость конструкции.

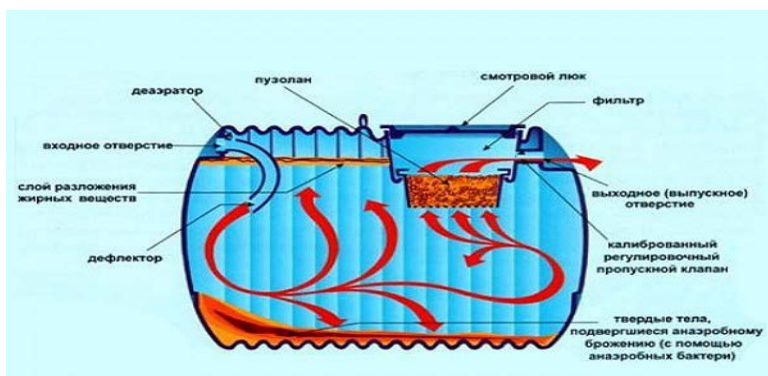


Рисунок 13.2.5 – Биореактор анаэробного типа (метантенк)

Жизнедеятельность анаэробных бактерий сопровождается выбросом большого количества метана. В связи с этим метантенки нужно устанавливать на ровной, хорошо продуваемой площади, по периметру которой установлены газоанализаторы, подключенные к системе пожарной сигнализации.

Анаэробные способы очистки высококонцентрированных сточных вод (метантенки, рисунок 13.2.5) применяют для сбраживания высококонцентрированных стоков с большим количеством органических веществ. При этом их разложение не сопровождается увеличением колонии или выбросом энергии.

В высококонцентрированных сточных водах содержание органических веществ (по БПК – биологическому потреблению кислорода) составляет десятки граммов в 1 дм³. Такое количество органических веществ образуется в целом ряде производств. На первой стадии биологической очистки сбраживанию подвергают твердую фазу сточных вод: сырой осадок из первичных отстойников и избыточный активный ил. Биологические процессы при сбраживании высококонцентрированных сточных вод и сырых осадков аналогичны.

Особенность осадков – способность удерживать большое количество воды. Влажность осадка обычно составляет 92–96 %, а влажность активного ила не бывает ниже 97 %. Сухое вещество осадков состоит из органической, или беззольной, части и золы. Содержание беззольного вещества в сухом веществе осадков из первичных отстойников составляет 65–75, в активном иле 70–75 %.

В составе беззольного вещества белки, жиры и углеводы составляют 75–85 % сухого беззольного вещества осадка и ила. Остальные 15–25 % – негидратируемый остаток, называемый лигниногумусовым комплексом.

Качество осадков оценивают по бактериальной обсемененности. При отстаивании сточных вод в первичных отстойниках вместе со взвешенными веществами в осадок переходят бактериальные загрязнения. Эффективность удаления их из воды примерно составляет 40–50 %.

Еще около 40 % биологических загрязнений остается в иле. Содержание БГКП в 1 г сухого вещества осадков из первичных отстойников составляет 10^7 – 10^8 КОЕ, в активном иле – 10^6 – 10^7 . Таким образом, в относительно небольшом объеме осадков, составляющем не более 1,5 % объема очищаемой воды, сосредоточена основная часть биологических загрязнений, в связи с этим осадки опасны в санитарно-эпидемиологическом отношении. Они склонны к загниванию и их необходимо очищать биологическими методами.

Брожение осадков сточных вод называют метановым, так как метан – один из конечных продуктов их брожения. Осадки сбраживают в метантенках – закрытых обогреваемых резервуарах. Смесь осадка и ила подают в верхнюю зону метантенка. Образующийся в процессе брожения газ сжигают в котлах, а пар используют для подогрева метантенка. Сброженный осадок выгружают из нижней части метантенка.

Последовательность биохимических превращений органических субстратов в процессе метанового сбраживания рассматривается как двухстадийный процесс, включающий кислото- и метанообразование. Эти стадии называют фазами кислотного и щелочного (или метанового) брожения.

Стадию кислотного брожения осуществляют кислотообразующие бактерии. Биохимической деструкции подвергаются органические компоненты осадков с образованием кислот. На субстратах, содержащих смесь различных источников углеродного питания, бактерии потребляют органические вещества лучше, чем на среде с одним веществом. При этом возрастает число возможных биохимических процессов.

Анаэробный ил, как и аэробный, обладает высокой активностью. В нем обнаружены протеазы (пептидазы), глюкозидазы (целлюлаза, целлобиаза, амилаза), липазы. Под действием этих ферментов вещества осадка и активного ила превращаются в соединения, доступные клеткам бактерий.

Внутриклеточные превращения простых сахаров приводят к образованию пировиноградной кислоты (ПВК) – ключевого промежуточного продукта метаболизма не только углеводов, глицерина, но и некоторых аминокислот. Другим важнейшим ключевым метаболитом является ацетил-КоА. Основные конечные

продукты метаболизма углеводов в клетках кислотообразующих бактерий – уксусная, масляная, пропионовая, муравьиная кислоты, спирты, CO_2 и H_2O .

Реакции дезаминирования приводят к образованию ПВК. В результате разложения аминокислот в среде появляется аммиак, а в случае серосодержащих аминокислот – сероводород.

Продукты гидролиза жиров используются многими видами кислотообразующих бактерий. В ходе ферментативных реакций глицерин превращается в фосфоглицериновый альдегид, включающийся в обмен углеводов. Вторым продуктом гидролиза жиров – высшие жирные кислоты с числом углеродных атомов 14–18, в основном насыщенные. Образующиеся при гидролизе жиров ненасыщенные высшие жирные кислоты при ферментативном гидрировании переходят в насыщенные. Считается, что в превращениях высших жирных кислот с четным числом атомов углерода основную роль играет окисление, приводящее к образованию уксусной кислоты. Жирные кислоты с нечетным числом атомов углерода окисляются тем же путем, но отщепление двууглеродных фрагментов идет только до образования пропионовой кислоты. Таким образом, под действием кислотообразующих бактерий белки, жиры и углеводы осадков сточных вод превращаются в низшие жирные кислоты, спирты, аммиак, водород и сероводород. Более 70 % жирных кислот приходится на долю уксусной, около 25 % составляют пропионовая и масляная кислоты. В незначительных количествах образуются муравьиная, валериановая и капроновая кислоты.

В аэробных и анаэробных процессах механизмы обмена в клетках принципиально не отличаются. Стадия щелочного, или собственно метанового, брожения осуществляется метанообразующими бактериями. Биологическая роль образования метана состоит в получении клеткой необходимой энергии.

Пути получения метана сводятся к реакциям двух типов: к окислению металлической группы уксусной кислоты и метанола и к восстановлению диоксида углерода, выполняющего роль конечного акцептора водорода.

Считается, что около 70 % метана образуется в результате реакций брожения, 30 % – в ходе восстановления диоксида углерода.

Метановое брожение сопровождается образованием витаминов группы В, поэтому полагают, что их участие необходимо при синтезе метана.

Газ брожения состоит из метана (65–75 %) и диоксида углерода. Выделяющийся на первой стадии брожения сероводород связывается с присутствующим в осадке железом в коллоидный сульфид железа, поэтому в газовой фазе он отсутствует. Молекулярный водород – также продукт первой стадии брожения, используемый метанообразующими бактериями, может присутствовать в газе в незначительных количествах. Аммиак гидратируется и остается в растворе, куда частично переходит и CO_2 .

При устойчивом брожении содержание CO_2 в газе примерно постоянно (30–45 %) и в растворе поддерживается соответствующая концентрация гидрокарбонатов, которая определяет величину щелочности и рН бродящего осадка. Запас щелочности обеспечивает буферность среды. При снижении величины

pH, т. е. увеличения концентрации ионов H^+ в среде, равновесие в системе сдвигается, что приводит к связыванию водородных ионов.

Многие биотехнологические процессы, связанные с превращением органических веществ микроорганизмами, в частности производство белково-витаминного концентрата (БВК), небезопасны для экологии. В США установили, что продукты ферментации – основной источник загрязнения окружающей среды, вызываемого фармацевтической промышленностью. При производстве антибиотиков отходы состоят из микробных клеток, метаболитических продуктов культурных микроорганизмов, неиспользованных компонентов культуральной среды. В стоках в процессе производства стрептомицина высокий биологический окислительный потенциал способствует загрязнению водоемов.

Станция биологической очистки сточных вод

Биологический реактор является лишь одной из ступеней в сложной системе очищения стоков, схема станции биологической очистки выглядит следующим образом (рисунок 13.2.6):

- производственные воды поступают в первичную камеру (отстойник), где наиболее крупные включения выпадают в осадок;
- частично осветленные стоки переливаются во вторую камеру, где насыщаются кислородом и расщепляются колониями микроорганизмов;
- насыщенные кислородом воды попадают в камеру биореактора, где происходит процесс разложения органической составляющей;
- последняя камера служит для завершающей гравитационной очистки.

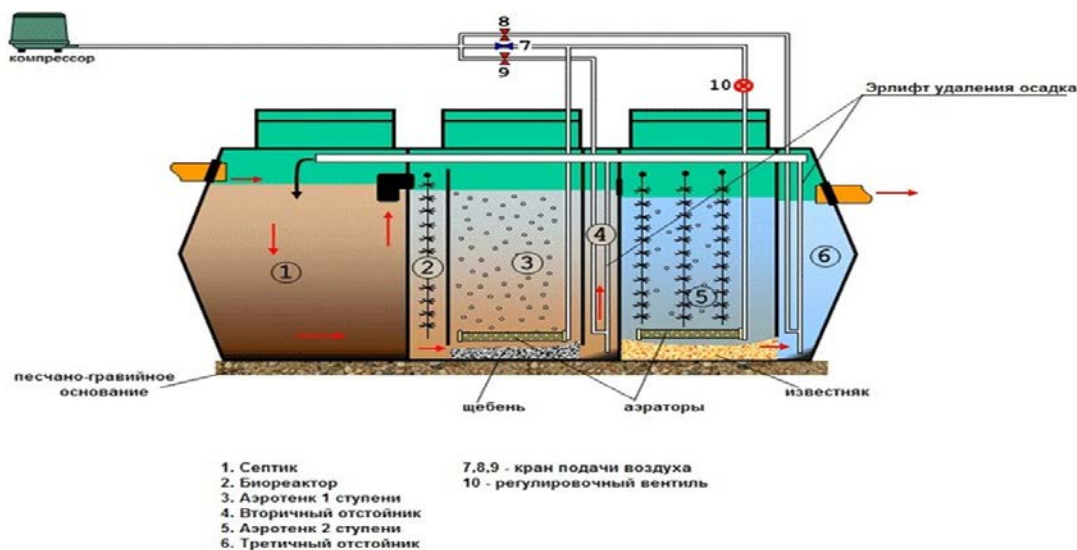


Рисунок 13.2.6 – Станция биологической очистки сточных вод

В большинстве случаев станция биологической очистки – четырехкамерная конструкция, ориентированная на поэтапное очищение сточных вод с помощью активного ила и кислорода. При прохождении всех секций стоки очищаются на 98 %, вследствие чего полученная жидкость может быть повторно использована для полива или иных технических нужд.

Как правило, на дне аэротенка имеется известковая засыпка, эффективно соединяющая химически активные элементы. На выходе из сооружения может располагаться биологический фильтр, увеличивающий степень очистки.

Несмотря на внушительное количество отсеков, станция отличается компактными размерами и простотой установки. Устройство не нуждается в откачке стоков, но регулярное техническое обслуживание необходимо. Нужно систематически промывать секции мойкой высокого давления и перезапускать агрегат.

Выбор устройства доочистки зависит от местных условий и от требований качества очищенных стоков.

Производственные сточные воды

Состав сточных вод различных производств многообразен и не постоянен.

Значения концентраций загрязняющих веществ после очистных сооружений приведены в таблице 13.2.1 и соответствуют жестким требованиям к воде рыбохозяйственных водоемов (Приказ Государственного комитета РФ по рыболовству от 28.04.1999 г. № 96 «О рыбохозяйственных нормативах» и СанПиН 2.1.5.980–00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод»).

Таблица 13.2.1 – Концентрации загрязняющих веществ на выходе с очистных сооружений

Наименование показателей	Единицы измерения	Количество, не более
Биологическое потребление кислорода (БПК) полное	мг O ₂ /л	3
Взвешенные вещества	мг/л	3
Азот аммонийный (N-NH ₄)	мг/л	0,39
Азот нитратов (N-NO ₃)	мг/л	9,1
Азот нитритов (N-NO ₂)	мг/л	0,02
СПАВ	мг/л	0,1
Фосфаты (по Р)	мг/л	0,2
Жиры	мг/л	-
рН	-	6,5–8,5

Суммарные показатели загрязнения сточных вод органическими веществами (БПК и ХПК)

Для характеристики вод наиболее важны показатели БПК и ХПК, дающие специфическую экологическую информацию о затратах кислорода на утилизацию загрязняющих веществ. БПК – это биохимическое потребление кислорода.

Метод БПК – имитация природного процесса самоочищения в водоеме, метод определения количества израсходованного кислорода на дыхательную деятельность микроорганизмов. Для промышленных сточных вод БПК полное (БПКполн.) означает, что к 30 или более суткам инкубации окисление углеродосодержащей органики завершается практически полностью.

Метод БПК неполное (БПК5) – это 5-суточная инкубация, информативен при оценке бытовых сточных вод с загрязнениями в легкоокисляемой форме, которые потребляются микроорганизмами в первые дни инкубации.

Промышленно загрязненные сточные воды содержат сложноокисляемые органические загрязнения и токсиканты, которые ингибируют и удлиняют процесс биохимического разложения.

ХПК – химическое потребление кислорода. Это кислород, потребляемый при химическом окислении в живой среде в строго определенных условиях.

Оценить сложность состава очищаемых сточных вод можно простым способом – определяя соотношение содержащихся в них легко- и сложноокисляемых загрязняющих веществ, характеризуемых показателями БПК и ХПК:

- при соотношении БПКполн. / ХПК, равном 0,5–0,75, в стоках содержится большое количество легкоокисляемых органических веществ, которые подвергаются разложению путем биохимического окисления. Для очистки таких стоков целесообразно увеличить время пребывания их в контакте с активным илом, повысить аэрацию ила, концентрацию ила в аэротенках и др.;

- при соотношении БПКполн. / ХПК, равном 0,5 и менее, содержание сложноокисляемых веществ превышает допустимый предел для биологической очистки. Такие стоки могут направляться на биохимическую очистку только после предварительного удаления загрязняющих веществ механическими (решетки, жируловители, отстойники и т. п.) и физико-химическими методами.

На сооружениях биологической очистки, где очищаются сточные воды смешанного состава (бытовые и промышленные), ХПК/БПК5 в поступающих на очистку водах составляет от 1,5 (минимально допустимое) до 2,6. За первый час контакта ила с очищаемыми сточными водами содержание органических загрязняющих веществ, характеризуемых показателем БПК5, снижается на 50–60 %. Во второй стадии экзоферментами окисляется до 75 % от БПК5 (стадия длится от 2 до 4 ч). На третьей стадии происходит окисление сложноокисляемых соединений, превращение азота аммонийных солей в нитриты и нитраты, регенерация активного ила, БПК5 снижается до 99 % и более. Продолжительность третьей стадии для сточных вод сложного промышленного состава – 15 ч и более.

Необходимость локальных очистных сооружений на промышленных предприятиях

Внедрение локальных очистных сооружений на промышленных предприятиях необходимо для исполнения норм законодательства в сфере водоотведения, а именно «Правил холодного водоснабжения и водоотведения» (к Федеральному закону № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении»), по которым предприятия обязаны иметь и эксплуатировать локальные очистные сооружения и обеспечивать предварительную очистку стоков (особенно содержащих экологически опасные вещества), отводимых в централизованную систему водоотведения.

Очистные сооружения мясокомбинатов

К предприятиям мясной промышленности относятся убойные и колбасные цеха, птицекомбинаты и т. д. В мясной промышленности со сточными водами теряется 3–5 % сырья.

К очистным сооружениям мясоперерабатывающей промышленности предъявляются высокие требования контролирующих органов водных объектов, куда производится сброс очищенных сточных вод. Опасными загрязнителями на мясоперерабатывающих заводах являются жиры, БПКполн., ХПК, взвешенные вещества. Средние показатели производственных сточных вод мясоперерабатывающих производств указаны в таблице 13.2.2.

Таблица 13.2.2 – Средние концентрации загрязняющих веществ в сточных водах мясоперерабатывающих комбинатов

Наименование цехов и производств	Значения показателей, мг/л			
	жиры	БПКполн.	ХПК	взвешенные вещества
Мясожировой цех	700	2000–3000	5000–7000	2500
Убойный цех крупного рогатого скота	700–1300	1000–3000	2500–5000	3000
Убойный цех птицефабрики	200	750	1500	800
Убойный цех кроликов	200	850	1700	800
Цех предубойного содержания	-	1000	2000–5000	3000
Свиноферма	800–1300	2000–3000	2500–5000	3000

Сточные воды последовательно проходят следующие этапы очистки:

1. Механическая очистка включает механизированные решетки, жируловители и песколовки. Механизированные служат для удаления из воды крупных (до 5 мм) твёрдых отходов. Жируловитель – это горизонтальная емкость с тонкослойным модулем и системой сбора и отвода жира. Песколовки должны задерживать нерастворимые минеральные примеси размером более 0,2 мм, в основном песок, поступающий со сточной водой.

2. Усреднение сточных вод по составу и расходу.

3. Физико-химическая очистка на напорном флотаторе от жиров, масел, взвешенных веществ, нефтепродуктов, органических примесей, ПАВ и др. Во флотатор вносятся реагенты (коагулянт и флокулянт).

4. Биологическая очистка сточных вод (анаэробный и аэробный процессы, включая илоотделение и удаление избыточного ила из системы).

5. Доочистка сточных вод до норм сброса в водоем рыбохозяйственного назначения.

6. Обеззараживание очищенных сточных вод на бактерицидной установке ультрафиолетовым излучением, которое разрушает клеточные мембраны и даже молекулы ДНК и РНК микроорганизмов, в том числе, бактерий и вирусов.

7. Обезвоживание осадка. Образовавшийся избыточный ил откачивается с помощью насосов в илонакопитель. В нем избыточный активный ил аэрируется и периодически по мере накопления перекачивается на шнековый дегидратор (обезвоживатель) осадка. После обезвоживания влажность осадка снижается с 99,6–99,1 до 80–75 %.

Очистные сооружения предприятий молочной промышленности

В молочной промышленности со сточными водами теряется 3 % сырья. Сточные воды содержат переменные количества примесей. Некоторые примеси являются причиной недопустимости сброса сточных вод в естественные водоемы; с другой стороны, отдельные примеси представляют некоторую ценность, экономически оправдывающую их извлечение. Методы очистки сточных вод отличаются в зависимости от производства.

Загрязненные сточные воды, приходящие на производственные очистные сооружения с молокозаводов, сырзаводов и подобных производств, образуются от мытья технологического оборудования, полов, панелей, фляг и молочных цистерн, от унитазов, производственных прачечных. Условно-чистые воды образуются от охлаждения молока в специальных охладителях, конденсаторов холодильных и силовых установок, а также вакуум-аппаратов.

Основные пути утилизации компонентов сточных вод

В стоках предприятий пищевой промышленности содержатся различные ценные органические вещества естественного происхождения, вторичное использование которых представляет значительный интерес. Прямое выделение веществ из стоков чаще всего экономически невыгодно из-за сравнительно низких концентраций компонентов. Но количество органических веществ в общих сточных водах предприятий довольно велико.

Выделение ценных органических веществ из стоков предприятий пищевой промышленности может осуществляться биотехнологическими методами путем использования сточных вод в качестве субстратов для культивирования определенных микроорганизмов с целью накопления биомассы, ферментов, витаминов и т. п. Такой путь переработки стоков облегчает последующую очистку, так как снижает общую загрязненность органическими веществами. Образующаяся в процессе культивирования биомасса одноклеточных микроорганизмов может являться сырьем для кормовых добавок, лекарственных препаратов и других биологически активных веществ.

Традиционным для обезвреживания сточных вод пищевой промышленности является естественная биологическая очистка. Часть органических веществ осаждают в отстойниках, откуда уплотненный осадок вывозится и используется в качестве удобрения. Жидкость подвергается длительному выдерживанию в прудах, а затем сбрасывается в водоемы или прямо используется для орошения. Это экстенсивные методы, требующие значительных земельных площадей.

С ростом объемов стоков возможно прямое выделение ценных компонентов для вторичного использования. В мясной, молочной и рыбной промышленности ценными компонентами являются жиры и белковые вещества. Экономические показатели мясокомбинатов могут быть значительно улучшены при утилизации этих компонентов. Отделение жира проводится обычным отстаиванием в жироловках, позволяющим уменьшить содержание жиров до 4 мг/л. Дальнейшее снижение связано с большими трудностями, поскольку жир обра-

зует стойкие эмульсии. Более высокая очистка достигается с применением флотации, электрофлотации при рН 5,4–5,6. При флотации жировые компоненты и твердые взвешенные вещества удаляются на 95 %, флотоконцентрат используется в кормовых целях.

Прямое выделение компонентов должно осуществляться на стадии, когда технологическая вода еще не стала сточной. Организация улавливания и возврата в производство жиров, белков и других пищевых веществ относится к задачам и компетенции специалистов-технологов. Ценные компоненты должны отделяться в системах локальной очистки, находящихся непосредственно в местах выхода стоков из цеха, участка. На дальнейшую очистку направляются сточные воды без каких-либо преобладающих компонентов.

Рациональная биотехнологическая переработка жидких отходов организована на предприятиях спиртовой промышленности. Большая часть сухого вещества сырья переходит в барду, утилизация которой хорошо отработана. Упаренная барда может служить полноценной добавкой к кормам. На Лохвицком спиртовом заводе получают в чистом виде для пищевых и медицинских целей глютаминовую кислоту и солянокислый бетаин (ацидин).

Барда меласно-спиртовых заводов используется как субстрат для культивирования кормовых дрожжей. Дрожжевая биомасса является таким же продуктом производства, как спирт.

Следующим этапом развития утилизации отходов спиртового производства явилось создание производства кормового концентрата витамина В₁₂ на вторичной барде – культуральной жидкости после отделения биомассы кормовых дрожжей. Технологический процесс получения препарата КМБ-12 включает метановое сбраживание вторичной барды с содержанием сухих веществ 5,5–6,0 %. Процесс сбраживания проводят непрерывно при 55–57 °С в течение 11 сут.

Выходящая из метантенков культуральная жидкость подкисляется соляной кислотой до рН 5,5–6,0 и после дегазации упаривается до 35–40 % сухих веществ. Упаренную бражку сушат в распылительной сушилке и упаковывают. Получаемый продукт представляет собой серо-коричневый порошок с содержанием сырого протеина не менее 25 % и витамина В₁₂ не менее 50 мг/кг (на сухое вещество).

Получаемый кормовой препарат представляет собой высушенную смесь биомассы анаэробных микроорганизмов и солей. Препарат успешно применяется в комбикормах в качестве стимулятора роста животных. Образуется биогаз 15–25 м³/м³ субстрата, теплотворная способность которого 23–25 тыс. кДж/м³.

Третьим способом утилизации вторичной барды является культивирование на ней аэробного активного ила с биотехнологической утилизацией компонентов. Образующаяся биомасса используется вместе с кормовыми дрожжами, выращенными на первичной послеспиртовой барде, в качестве кормовой добавки. Содержание белка в кормовом препарате, полученном таким способом, составляет 43–45 %, золы – 20–26 %, витамина В₁₂ – 51–56 мг/кг. Высокий эко-

номический коэффициент выхода клеток сочетается с глубоким истощением субстрата.

Культивирование активного ила ведется в высокопроизводительных ферментаторах. Подбираются и селекционируются штаммы и сообщества микроорганизмов для культивирования.

Применение чистых монокультур или обогащенных культур целесообразно в случаях, когда на сточных водах можно культивировать продуценты антибиотиков, гормонов, аминокислот, ферментов, кормовой биомассы. Продукты должны окупать затраты на эксплуатацию систем утилизации. При биотехнологической утилизации биомасса является таким же целевым продуктом, как и чистая вода.

Утилизация биомассы активных илов

Активный ил образуется биомассой одноклеточных организмов. По содержанию белка он близок к белково-витаминным концентратам (БВК), получаемым культивированием дрожжей рода *Candida* на гидролизатах целлюлозных отходов или парафинах нефти (таблица 13.2.3).

Таблица 13.2.3 – Состав сухого активного ила и белково-витаминных концентратов из кормовых дрожжей

Компоненты	Сухой активный ил	БВК на гидролизатах целлюлозных отходов	БВК на парафинах нефти
Протеин	49 ± 0,7	48 ± 5,0	50 ± 5,0
Нуклеиновые кислоты	7,0 ± 2,0	-	6,0 ± 2,0
Углеводы	9,5 ± 2,0	33 ± 3,0	15 ± 3,0
Жироподобные вещества	1,5 ± 0,5	2,5 ± 0,5	4,0 ± 2,0
Зола	15,0 ± 3,0	8,0 ± 1,0	8,0 ± 1,5
Влажность	6,5 ± 2,0	7,0 ± 2,0	7,0 ± 2,0

По сравнению с кормовыми дрожжами сухой активный ил содержит меньше углеводов, жироподобных веществ, несколько больше золы. Согласно таблице 13.2.3 активный ил или бактериальная биомасса аэробного сообщества мало отличаются по составу от белково-витаминного корма (БВК), во всяком случае, по содержанию главного компонента – протеина.

Бактериальный протеин это полноценный по аминокислотному набору продукт. Сравнение показывает практически полное соответствие содержания незаменимых аминокислот в активном иле и мясе. Содержание витаминов, особенно витамина В₁₂, в сухом активном иле довольно высокое и по некоторым показателям превышает их содержание в кормовых дрожжах.

Полноценный аминокислотный и богатый витаминный состав активного ила свидетельствует о его пригодности к использованию в качестве кормовой добавки. Животными усваивается до 85 % вещества активного ила, их привесы такие же, что и при использовании традиционного белкового корма.

Активный ил от азротенков, очищающих стоки мясокомбинатов, содержит 45–60 % белка по сухому веществу, а по аминокислотному составу близок

к мясу и соевой муке. Использование ила мяскокомбинатов в количестве 5–9 % к рациону крупного рогатого скота несколько не снижает качества мяса.

На Курганском дрожжевом заводе последрожжевая барда аэрируется в промышленном ферментаторе объемом 800 м³ с целью культивирования активного ила. Биомасса отделяется в отстойнике, частично возвращается в ферментатор, а избыток ила подвергается термолизу при 90 °С в течение 30–35 мин и в жидком виде отпускается как кормовой концентрат с содержанием сухого вещества 5–6 %. Выявлена возможность скармливать животным активные илы после очистки стоков молочной промышленности.

Активные илы биологической очистки стоков пищевых предприятий гарантированы от высокого содержания опасных веществ. Тем не менее их прямое использование в качестве кормовых компонентов должно осуществляться под санитарным и ветеринарным контролем.

Предложена переработка активных илов в препараты аминокислот. Гидролиз активного ила 15%-ным раствором HCl при температуре 127 °С позволяет добиться 95%-ного распада белков на аминокислоты, которые затем могут быть выделены и очищены.

Активный ил может быть также сырьевым источником для производства ферментных препаратов. Бактерии продуцируют специфичные ферменты в зависимости от состава субстрата. Достаточно добавить в биохимический реактор с активным илом определенный субстрат, чтобы сообщество микроорганизмов отреагировало накоплением ряда ферментов, необходимых для утилизации этого компонента. Например, при добавлении в субстрат лактозы активность α -галактозидазы возрастает через 3 ч на 200 %. Во всех илах, культивируемых на протеинсодержащих сточных водах, накапливается значительное количество протеаз, уреаз и других ферментов. Экстрагированные буферными растворами ферменты активного ила пригодны для получения очищенных ферментных препаратов.

Одним из путей утилизации аэробной биомассы является ее анаэробная переработка (сбраживание активного ила аэротенков совместно с осадком первичных отстойников). Биомасса активного ила из вторичных отстойников аэротенков имеет мало сухих веществ (1–2 %). Если сбраживать жидкость с такой высокой влажностью, то выделившегося биогаза не хватает для покрытия энергетических затрат на поддержание температуры мезофильной анаэробной ферментации. Гораздо больший интерес представляет возможность путем сбраживания уменьшить объем осадка вторичных отстойников аэротенков и получать кормовые белково-витаминные препараты. В сухом веществе осадка после сбраживания содержится 42,6 % белка, 12,3 % эфирорастворимых веществ и 2,8 % углеводов. В высушенном при 105 °С осадке содержание витамина В₁₂ 1,25 мкг/г, а при добавлении в субстрат 14 мг/л хлорида кобальта достигает 80 мкг/г.

Хотя анаэробный ил содержит меньше протеина, чем аэробный (от 30 до 45 %), он лучше уплотняется отстаиванием (до 40–50 г/л) и требует меньших затрат на обезвоживание.

Выделение белка из активного ила

Микробный белок можно извлечь путем щелочного или кислотного гидролиза клеточных оболочек, перевода внутриклеточных белков в раствор и последующего осаждения их в изоэлектрической точке.

Наиболее эффективна щелочная экстракция при температуре 80–100 °С с последующей фильтрацией и осаждением белка кислотой при рН 4–6. При этом из ила извлекается 30–40 % протеина. Метод щелочного гидролиза и термообработки обеспечивает хорошую растворимость белков при высоких значениях рН и одновременно с гидролизом оболочек позволяет экстрагировать внутриклеточный белок. Для выполнения требования надежной стерилизации продукта температура проведения процесса гидролиза и экстракции в диапазоне 100–135 °С.

За период термообработки (20–30 мин) происходит достаточно глубокое разрушение оболочек клеток, а внутриклеточные белки не успевают гидролизиться до аминокислот и полипептидов и осаждаются в изоэлектрической точке.

После выдержки при выбранной температуре жидкость охлаждается, нерастворившийся осадок отделяется центрифугированием, а в раствор белка добавляется 6 моль/дм³ раствор HCl до выпадения осадка в изоэлектрической точке. Наибольший выход достигается при гидролизе при рН 9 и температуре термообработки 135 °С. Время термообработки 20–25 мин.

Белковый осадок можно использовать как жидкий кормовой препарат или сушить для получения кормовой белковой добавки.

Жидкий препарат имеет влажность 95–96 %, стерилен, содержит в 1 м³ до 40 кг сырого протеина и до 15 кг соли (хлористого натрия). Может применяться для обогащения комбикормов при приготовлении влажных смесей, так же как и жидкие кормовые дрожжи. Сухой препарат – светло-коричневый порошок с запахом кормовых дрожжей. Из 1 м³ избыточного ила можно получить 0,2–0,3 м³ жидкого или 9–13 кг сухого препарата. Состав белкового препарата (в %) из активного ила представлен в таблице 13.2.4.

Таблица 13.2.4 – Состав сухого белкового препарата из активного ила, %

Состав	Количество, %
Сырой протеин	61,5 ± 1,5
Истинный протеин	55 ± 1,5
Нуклеиновые кислоты	2,0 ± 0,5
Углеводы	3,2 ± 0,5
Липиды	3,1 ± 0,3
Зольность	7,3 ± 0,6
Влажность	8,0 ± 1,0

В состав протеина входит большое количество незаменимых аминокислот, в частности лизина, которым бедны растительные корма. Установлено, что препарат не токсичен для сельскохозяйственных животных. Белковая ценность препарата составляет 54,3–56,8 %, кормовая ценность – 87,2–89,0 %.

Для получения кормового препарата из активного ила в промышленных условиях разработана установка производительностью до 5 м³ исходного избыточного активного ила.

13.3. Задания и методические указания по их выполнению

Задание 13.3.1. Изучение теоретического материала по характеристике, классификации и экологической опасности отходов, образующихся при производстве пищевых продуктов

Используя справочно-теоретический материал, детально ознакомьтесь с классификациями и группами опасности отходов, образующихся при производстве продуктов из сырья растительного и животного происхождения. Запишите в тетрадь характеристики отходов различных классов опасности.

Задание 13.3.2. Освоение основных направлений использования органических отходов молочной промышленности

Перечислите в лабораторной тетради основные виды вторичного молочного сырья и способы их биотехнологической обработки на пищевые цели. Укажите ферменты, используемые при переработке вторичного молочного сырья.

Задание 13.3.3. Описать основные характеристики вторичного сырья растительного и животного происхождения

Представьте в тетрадях характеристику пищевой и биологической ценности (по содержанию белков, жира, незаменимых аминокислот, минеральных элементов, витаминов и др.) таких вторичных продуктов, как барда, меласса свекловичная, обезжиренная масса из семян промышленных растений, обрезки мяса, коллагенсодержащее сырье крупного и мелкого рогатого скота, птицы и других в сравнении с составом дрожжевого корма.

Задание 13.3.4. Рассмотреть экологическую опасность органических отходов растительного и животного происхождения

Перечислите основные опасные факторы, которые возникают при неблагоприятных способах хранения и утилизации органических отходов пищевых предприятий. Укажите основные способы хранения и переработки отходов.

Задание 13.3.5. Изучение способов сбора и очистки сточных вод – атмосферных, бытовых, производственных стоков предприятий пищевой промышленности

Дайте характеристику различных видов сточных вод – атмосферных, бытовых, производственных стоков предприятий пищевой промышленности.

Укажите, какие предприятия пищевой промышленности дают наиболее опасные органические стоки. Охарактеризуйте экологически опасные факторы.

Задание 13.3.6. Изучение требований к качеству очищенных сточных вод

Представьте требования к показателям очищенных сточных вод, подготовленных для спуска в рыбохозяйственные водоемы. Укажите содержание основных соединений в органических сточных водах предприятий, перерабатывающих растительное, мясное и молочное сырье.

Задание 13.3.7. Изучение показателей, характеризующих степень загрязнения и очистки сточных вод

Рассмотрите и укажите в тетрадях для лабораторных работ допустимое содержание в очищенных сточных водах органических примесей, коэффициенты, характеризующие чистоту сточных вод – БПК и ХПК и др. Рассмотрите и укажите нормативные документы, регламентирующие требования к очистке сточных вод.

Задание 13.3.8. Изучение биотехнологических способов очистки сточных вод аэробными и анаэробными методами

Перечислите аппараты, которые должны входить в линии очистки сточных вод на промышленных предприятиях, продукты, которые можно получать из сточных вод при различных способах очистки. Укажите микроорганизмы, осуществляющие деградацию органических составляющих промышленных сточных вод в аэробных и анаэробных биологических реакторах. Представьте биотехнологические способы производства кормовой и технической продукции из избыточных активных илов очистных станций пищевых предприятий.

Задание 13.3.9. Сделать выводы о проделанной работе

Рекомендуемая литература

1. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 4 декабря 2014 г. N 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.consultant.ru. – 14 с.

2. СанПиН 2.1.3684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий». Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.consultant.ru.

3. Утилизация пищевых отходов по СанПиН: правила и способы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.consultant.ru.
4. Технологические направления по переработке органических отходов / С. Ю. Миронов [и др.]. // Auditorium. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2017. – №1 (13). – 13 с.
5. «О безопасности пищевых продуктов». Технический Регламент Таможенного Союза 021/2011.
6. Технология молока и молочной продукции / Г. Н. Крусь [и др.]. – Москва: КолосС, 2006. – 455 с.
7. Храмцов, А. Г. Безотходная технология в молочной промышленности: учебник / А. Г. Храмцов, П. Г. Нестеренко. – Москва: КолосС, 2008. – 200 с.
8. Антипова, Л. В. Использование вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности / Л. В. Антипова, И. А. Глотова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2006. – 384 с.
9. Вертинский, А. П. Современные методы очистки сточных вод: особенности применения и проблематика / А. П. Вертинский // Инновации и инвестиции. – 2019. – № 1. – С. 175–182.
10. Сидорова, Л. П. Очистка сточных и промышленных вод. Электронное текстовое издание / Л. П. Сидорова, А. Н. Снегирева. – Екатеринбург, 2017. – Ч. II. Биохимическая очистка. Активный ил. Оборудование. – 127 с.
11. Исследование возможностей микроорганизмов для очистки сточных вод // Allbest – База знаний. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://otherreferats.allbest.ru/ecology/00069677_0.html
12. Биотехнологическая очистка сточных вод // Библиофонд – электронная библиотека студента [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=530921#1.28>
13. Ладыгин, К. В. Проблема очистных сооружений – избыточные иловые осадки / К. В. Ладыгин, С. И. Стомпель // Журнал экологических решений «ЭКОИНЖ». – 2019. – № 19 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://i-pec.ru/utilizaciya-i-pererabotka-ila-osadka-ochistnyx-sooruzhenij>.
14. Горелова, О. М. Исследования по утилизации избыточного активного ила / О. М. Горелова, К. Ю. Титова // Ползуновский вестник. – 2015. – № 4, т. 1. – С. 114–118. Cyberleninka.ru.

Вопросы для самопроверки

1. Как классифицируют экологически опасные факторы?
2. Каковы наиболее эффективные пути решения экологических проблем?
3. В чем сущность биологической очистки сточных вод?
4. Перечислите способы биологической очистки сточных вод, отметив их положительные стороны и недостатки.
5. Какие способы биологической очистки стоков используются на практике?
6. Что относится ко вторичным продуктам и отходам переработки растительного и животноводческого сырья?
7. Сформулируйте основные опасности, возникающие при биотехнологических производствах на основе микробиологического синтеза.
8. Каковы пути обезвреживания и рационального использования малоценных продуктов и отходов переработки животного сырья?

Лабораторная работа № 14

Тема: НОРМАТИВНЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ ПО РЕГЛАМЕНТАЦИИ ПИЩЕВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕННОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ОРГАНИЗМОВ И ПРОДУКТОВ

Цель работы:

Ознакомиться с современным состоянием контроля за созданием, ввозом и пищевым использованием генномодифицированных организмов и продуктов и изучить нормативные законодательные документы по регламентации их создания и использования.

Задачи:

- закрепление знаний по методам исследованиям биологической безопасности генетически модифицированных организмов (ГМО) и пищевой продукции с их использованием;
- приобретение знаний контроля безопасности при обороте и использовании ГМО с применением государственной регистрации продуктов;
- закрепление знаний по законодательному регулированию создания, ввоза и использованию ГМ-продукции в РФ;
- приобретение знаний по содержанию нормативных законодательных документов зарубежных стран, стран Европейского Союза, Евроазиатского Экономического Союза и России по регламентации создания, ввоза и пищевого использования генномодифицированных организмов, генномодифицированных источников (ГМИ) и продуктов с их применением;
- приобретение знаний по гармонизации требований законодательных документов различных стран в сфере регламентации создания и пищевого использования генномодифицированных организмов и продуктов.

14.1. Материально-техническое обеспечение

- Нормативные международные и отечественные законодательные документы по регламентации создания, ввоза и пищевого использования генномодифицированных организмов и продуктов.
- Справочно-теоретический материал.

14.2. Справочно-теоретический материал

Современная наука позволяет осуществить перенос генов любого организма в клетку реципиента для получения растения, животного или микроорганизма с рекомбинантными генами и, соответственно, с новыми свойствами. Безопасность таких объектов вызывает много вопросов. Согласно данным ВОЗ «генетически модифицированные организмы» (ГМО) – это организмы (т. е.

растения, животные и микроорганизмы), генетический материал которых (ДНК) был изменен, причем такие изменения были бы невозможны в природе в результате размножения или естественной рекомбинации. Наиболее развиты исследования по созданию генетически модифицированных растений.

В обществе складывается осторожное отношение к результатам научных исследований в области геномной инженерии, а также к возможностям их применения. Представляется, что ситуация вызвана несколькими условиями. Так, с 2016 г. в РФ был введен запрет на коммерческое выращивание на территории России растений, генетическая программа которых изменена с использованием методов геномной инженерии. Ученые отмечают, что это оказывает негативное влияние на перспективы экономического развития России. Влияющим на отношение к результатам геномно-инженерной деятельности является создаваемое на уровне государства ощущение опасности, исходящее от генетически модифицированных организмов, неизученность всех возможностей, которые открывают исследования в данной области, а также невозможность установить последствия их в долгосрочной перспективе. Как положительные результаты использования генетически измененных организмов отмечаются только меры, реализуемые в рамках медицинской деятельности. Иные стратегии указывают на необходимость обеспечения безопасности, оценки возможных угроз, связанных с применением геномной инженерии или использованием генетически модифицированных организмов.

Геномная инженерия развивается во многих странах. ГМ-культуры культивируются уже в 29 странах мира. Более чем в 20 раз увеличились площади возделываемых культур трансгенных растений, в том числе сои, рапса, томатов, картофеля.

В настоящее время в США, Канаде, Японии и странах Европейского Союза (ЕС) разрешены генетически модифицированные кукуруза, картофель, соя, тыква, папайя, сахарная свекла. Стабильно доминируют США, Бразилия, Аргентина, Канада и Индия. В США производится более 150 наименований ГМИ. Наиболее распространена соя и ее не делят на генетически измененную и неизмененную: та и другая перерабатываются совместно. В России первая генетически модифицированная соя линии 40–3–2 («Monsanto Co», США) зарегистрирована в 1999 г.

ГМ-культуры стали культивировать страны Африки – Нигерия, Эфиопия, Мозамбик, Нигер, Гана, Руанда, Замбия и Кения.

Среди стран Евросоюза Португалия и Испания, хотя наднациональные акты ЕС запрещают культивировать ГМО, культивируют сою и кукурузу для использования на внутреннем рынке.

В мире выделено уже 529 линий растений (устоявшиеся качества). В некоторых странах культивируют ГМ-животных, рыб и ГМ-корм для животных. В 2020 г. в США одобрена генетическая модификация свиней, предназначенных для употребления в пищу. Мясо данных животных рекомендовано людям, страдающим аллергическими реакциями.

Генетически модифицированные составляющие пищи, производимые в США, следующие: Vt – хлопок – изготавливают хлопковое масло, Rr – рапс – рапсовое масло, Vt – картофель – картофель фри, помидоры медленного созревания – кетчуп, Vt – кукуруза – кукурузный сироп и т. д.

В США около 85 % сыра производится с химозином, выработанным генно-инженерными бактериями. Примерно 5 млн. американцев, страдающих диабетом, используют ГМ-инсулин.

Результаты генной модификации есть и в других странах. Интересен результат японских и австралийских ученых, получивших цветок розы синего цвета, что не характерно для роз. Некоторые исследователи планируют культивировать ГМ-пчел, кораллы, насекомых и другие объекты.

Новые технологии направлены на повышение продуктивности и оптимизацию отдельных частей и тканей туши (тушек) животных и птицы, на качество и физико-химические свойства мяса, его технологичность и промышленную пригодность. Интегрированные гены позволяют менять структуру и цвет мышечной ткани, pH, жесткость, влагоудерживающую способность, степень и характер жирности (мраморность), а также консистенцию, вкусовые и ароматические свойства мяса после технологической обработки. С использованием генной инженерии можно повысить приспособляемость животных и птицы к окружающей среде, получить устойчивость к заболеваниям и изменить наследственные признаки.

В России исследования проводятся в ряде специализированных научных учреждений. В области генной инженерии микроорганизмов исследования направлены на отбор продуцентов ферментов, витаминов, антибиотиков, органических кислот и др.

Полученные с помощью генетически измененных бактерий ферменты (таблица 14.2.1) применяют при изготовлении сиропа из кукурузного крахмала, при выпечке хлеба, производстве сыров и др. В Германии с помощью генетически измененных микроорганизмов получены трансгенные пектиназы для производства соков, причем в готовых соках и винах эти пектиназы отсутствуют.

Таблица 14. 2.1 – Бактериальные ферменты, полученные из ГММ, используемые в пищевой промышленности

Фермент	Источник чужеродного гена	Продуцент	Область применения
1	2	3	4
α -Ацетолактатдекарбоксилаза	<i>Bacillus</i> sp.	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> или <i>subtilis</i>	Напитки
Аминопептидаза, α -амилаза	<i>Aspergillus</i> sp. <i>Bacillus</i> sp.	<i>Trichoderma reesei</i> или <i>Longibrachiatum</i>	Сыры, молочные продукты, ароматизаторы
	<i>Thermoactinomyces</i>	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> или <i>subtilis</i>	Хлебопечение, напитки, крахмал
	<i>Bacillus</i> sp.	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> или <i>subtilis</i>	Хлебопечение, напитки, крахмал и сахара

1	2	3	4
Арабинофуранозидаза	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Aspergillus niger</i>	Напитки
Каталаза	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Aspergillus niger</i>	Продукты на яичной основе
Химозин	Клетки телячьего желудка	<i>Aspergillus niger</i>	Сыры
Циклодекстринглюкозидаза	<i>Thermoanaerobacter</i>	<i>Bacillus licheniformis</i>	Крахмал
β-Глюконаза	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> или <i>subtilis</i>	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> или <i>subtilis</i>	Напитки
	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Trichoderma reesei</i> или <i>longibrachiatum</i>	Крахмал
Глюкозоизомераза	<i>Actinoplanes</i> sp.	<i>Streptomyces lividans</i>	Крахмал

Для контроля безопасности при обороте и использовании ГМО проводится государственная регистрация продуктов с их применением. Во многих странах, например, в Европейском Союзе, Австралии, Новой Зеландии и др., государственная регистрация таких «нетрадиционных» компонентов продуктов обязательна. В некоторых государствах – Алжир, Саудовская Аравия, Перу, Эквадор, Венесуэла – вообще введен полный мораторий на оборот ГМО.

Аргументы, экспертные заключения высказываются как за внедрение биотехнологии, так и против нее. Споры ученых не утихают, но надо признать, что ГМО и развитие биотехнологий это уже состоявшийся факт. Ученые, занимающиеся генной инженерией, неоднократно указывали на преувеличенность угрозы генетически модифицированных продуктов и на необходимость всестороннего информирования граждан о возможностях и перспективах, открывающихся для сельского хозяйства, медицины и иных отраслей деятельности.

Отсутствие знаний в области генной инженерии создает неопределенное отношение общества к ГМО. Так, по результатам опроса 66 % россиян считают, что ГМ-продукты опасны для здоровья и только 20 % считают их безопасными. В 2019 г. при опросе «О пользе питания» 45 % россиян высказались, что полезные только продукты без ГМО, и лишь 5 % – что покупатель вправе сам решать, покупать ли товар с ГМО, либо нет.

Американцы в большей степени считают ГМО допустимыми.

Правовое регулирование оборота ГМО в государствах различается. В странах предъявляются различные функциональные требования не только к контролирующим органам национальной власти, к производителям ГМО, но и к продуктам с компонентами ГМО.

В настоящее время перед человечеством стоят следующие задачи:

- обеспечить единообразный подход государств к выбору объектов, подлежащих генетической модификации, ибо на современном этапе к ГМО относят не только растения, животных, но и микроорганизмы;

- определение рисков вредоносного или положительного влияния ГМО на здоровье человека и окружающую среду с непременным просчетом всех последствий внедрения биотехнологий;
- необходимость введения новых критериев для оценки риска ГМО с учетом последних достижений науки;
- введение международных стандартов системы контроля за внедрением биотехнологий с целью единообразного выведения новых линий растений, животных и микроорганизмов;
- введение единых стандартов требований, предъявляемых к ГМО и продукции (включая маркировку готовой к употреблению продукции);
- обязательное опубликование результатов исследований и их доведение до общества в доступной форме, языком понятным любому человеку без специального образования с целью формирования мнения о ГМО и др.

Гигиенический контроль пищевой продукции из генетически модифицированных источников

В мире принят ряд документов, определяющих правила безопасности при работе с генетически измененными организмами. Специфика внутренней политики государств по поводу влияния новых продуктов на здоровье населения различна. В США разрешена для широкого использования целая группа продуктов. В странах ЕС разрешены ввоз и продажа только некоторых генетически модифицированных продуктов – соевых бобов, томатов, картофеля и маиса.

Сторонники, выступающие «за внедрение биотехнологий» отстаивают следующие позиции:

- экономическая целесообразность;
- нехватка пищевых ресурсов для всего человечества планеты;
- пищевым ГМ-растениям присуща бóльшая всхожесть при незначительном использовании пестицидов и других химикатов;
- положительные примеры лабораторных экспериментов об отсутствии вреда ГМО для человека и окружающей среды;
- временные параметры создания новых линий ГМО короче, чем создание естественного варианта;
- объект биотехнологии может быть использован в терапевтических (медицинских) целях.

Основные доводы выступающих «против ГМО» следующие:

- возможное негативное влияние ГМО на здоровье и окружающую среду;
- полное уничтожение естественных видов растений и животных в результате случайного скрещивания /опыления;
- апелляция к установкам о естестве природы, о нарушении природного баланса, приводящего к экологическим катастрофам;
- нарушение мировоззренческих установок религий, расцениваемое как вмешательство в замысел Божий и др.

Государственная регистрация ГМИ преследует одну цель – достоверно оценить безопасность и полноценность новых аналогов традиционных продуктов. С 1991 г. ученые приступили к разработке специальных рекомендаций для всесторонней и надежной оценки «новой пищи». В 2000 г. странами-сторонами «Конвенции о биологическом разнообразии» принят Картахенский протокол по биобезопасности, цель которого – «содействие обеспечению надлежащего уровня защиты в области безопасной передачи, обращения и использования живых измененных организмов, являющихся результатом современной биотехнологии, способных оказывать неблагоприятное воздействие на сохранение и устойчивое использование биологического разнообразия, с учетом также рисков для здоровья человека и с уделением особого внимания трансграничному перемещению».

Основное положение Протокола состоит в требовании осуществлять процедуру заблаговременного обоснованного согласия страны импорта до первого трансграничного перемещения ГМО, предназначенного для преднамеренного высвобождения в окружающую среду. Это означает, что юридическое или физическое лицо, имеющее намерение ввезти в страну генетически модифицированный организм (например, семена сельскохозяйственных культур для посева), должно заблаговременно информировать об этом компетентные органы страны импорта, предоставив соответствующую информацию о ГМО, месте и времени его высвобождения. Ввоз ГМО осуществляется только при получении экспортером разрешения страны импорта, выдающееся после тщательного анализа рисков возможных неблагоприятных последствий высвобождения ГМО для здоровья человека и окружающей среды.

Живые организмы, попавшие в окружающую среду, имеют возможность непреднамеренного трансграничного перемещения ГМО. В связи с этим Стороны Протокола берут на себя обязательство принятия мер по регулированию рисков возможных неблагоприятных последствий высвобождения ГМО в окружающую среду. К таким мерам принадлежит требование проведения оценок рисков до первого высвобождения в окружающую среду ГМО, созданных в стране.

Каждая Сторона принимает необходимые правовые, административные и другие меры для выполнения своих обязательств, предусмотренных в рамках Протокола. Таким образом, присоединение к Картахенскому протоколу создает предпосылки создания в странах национальной системы биобезопасности как важнейшего атрибута эффективного и безопасного использования достижений современных биотехнологий. Мнения государств по эффективности Картахенского протокола в настоящее время различны.

При оценке качества и безопасности продуктов из генетически модифицированных источников ключевым является детальное изучение химического состава новой пищевой продукции, включающее как показатели пищевой ценности, так и санитарно-химические показатели безопасности. При необходимости проводят специальные исследования:

- изучение аллергенных свойств;
- выявление возможных мутагенных и канцерогенных эффектов;
- оценка возможных отдаленных последствий, включая эмбриотоксическое, гонадотоксическое и тератогенное.

Поскольку продукты из новых нетрадиционных источников или с использованием новых технологий могут содержать неизвестные компоненты, возникает необходимость токсикологических исследований на лабораторных животных.

Завершающий этап – испытания новой продукции на добровольцах.

По полученным результатам может рассматриваться вопрос регистрации и выдачи разрешения на применение нового продукта или компонента пищи.

На первом этапе исследования безопасности проводится анализ композиционной эквивалентности, т. е. сравниваются молекулярные и фенотипические характеристики ГМИ и их традиционных аналогов, определяется содержание ключевых нутриентов, антиалиментарных, токсических веществ и аллергенов (характерных для данного вида продовольствия или определяемых свойствами переносимых генов).

Особое внимание исследователей привлекает проблема идентификации ГМИ среди «новых» продуктов. Ряд экспертов предлагает ориентироваться на содержание в новом продукте рекомбинантной ДНК и (или) детерминированного ею белка. При отсутствии ДНК или протеина предлагается не подвергать ГМИ оценке на безопасность. К не содержащим ДНК и белок продуктам относятся пищевые и ароматические добавки, рафинированные масла, модифицированные крахмалы, мальтодекстрин, сиропы глюкозы, декстрозы и др. Нежелательной для ГМИ является возможность трансформации переносимого генетического материала и проявление нескольких генетических элементов: генов-промоторов, сигнальных пептидных генов, структурных генов и терминаторов, которые комплексно используются в генно-инженерной практике.

Нет единого мнения о целесообразности и безопасности применения так называемых маркерных генов. По замыслу биотехнологов, маркерные гены необходимы для точной идентификации переносимого структурного гена и представляют собой бактериальные гены резистентности к известным антибиотикам (канамицин, стрептомицин). Большинство авторов едины в оценке безопасности маркерных генов. Их количества, высвобождаемые в желудочно-кишечном тракте, ничтожно малы (0,33–1 пг) по сравнению с общей массой разнообразных эукариотических ДНК (200–500 мг) в кишечнике. В силу этого они не способны оказывать отрицательное действие на здоровье человека.

С 01.07.1999 г. в России введен особый порядок медико-биологической оценки ГМ-пищевой продукции, предусматривающий обязательную государственную регистрацию пищевых продуктов и продовольственного сырья, а также компонентов для их производства, полученных из ГМИ.

Предусматриваются три направления оценки ГМИ: медико-биологическая, медико-генетическая и технологическая экспертизы (рисунок 14.2.1).

Предложенная методика комплексной оценки безопасности ГМИ испытана на генетически модифицированной сое линии 40–3–2 («Monsanto Co», США).



Рисунок 14.2.1 – Схема комплексной оценки безопасности пищевой продукции, полученной из ГМИ

Объем и программа экспериментов определяются результатами экспертизы сопроводительных документов, включающих разрешение на торговый оборот и использование ГМИ в питании населения в стране-производителе, официальные данные об отсутствии отрицательного воздействия на здоровье человека и окружающую среду, результаты исследований химического состава.

На первом этапе оценки безопасности ГМИ необходимо использовать метод композиционной эквивалентности.

Разработана технология оценки безопасности ГМИ, которая в качестве важнейшего анализируемого компонента включает определение неспецифических характеристик основных обменных и защитно-адаптационных клеточных механизмов, а также устанавливает сроки наблюдения за экспериментальными животными не 90 дней, а не менее 5–6 мес.

Проведенные в России исследования позволили предложить эти методические подходы для оценки безопасности новых ГМИ (рисунок 14.2.1).

Основные правовые позиции зарубежных стран в области оборота ГМО

Рассмотрим законодательные документы некоторых стран.

Федеративная республика Германия

Правовое регулирование ГМО основывается на нормах Европейского права. Основным документом является Директива Европейского Парламента и Совета Европейского Союза (ЕС) от 12 марта 2001 г. 2001/18/ЕС о преднамеренном выпуске в окружающую среду ГМО.

С 2003 г в ФРГ действует Регламент Европейского Парламента и Совета ЕС от 22.02.2003г. № 1829/2003 «О ГМ-продуктах питания и кормах». Он определил, что все замкнутые экосистемы для выращивания ГМ - продукции и проведения мероприятий генной инженерии подлежат лицензированию. Размещение ГМО продукции на рынке также осуществляется на основании лицензии, которая выдается уполномоченными органами каждой федеральной Земли (всего в ФРГ входят 16 Земель).

Основной акт ФРГ в области ГМО – Закон «О генной инженерии» от 20.06.1990 г в редакции от 19.06.2020 г. Защита здоровья людей, окружающей среды, животных, растений и материальных ценностей от вредного воздействия является одной из важнейших задач государства. Установлены требования в отношении культивации ГМ-культур в закрытых средах (лабораториях и теплицах) и в отношении размещения ГМ-продукции на рынке.

Другие цели закона:

- обеспечение сосуществования генетически модифицированной и натуральной (неизменной) продукции на потребительском рынке;
- обеспечение научного развития в области ГМО, а также экономической эффективности ГМ-продукции.

Выращенные в замкнутых системах ГМО в Германии оцениваются по четырем группам требований: безопасно, низкая степень опасности, умеренная степень опасности, высокая степень опасности. Все замкнутые системы подлежат лицензированию. Все манипуляции с ГМО с уровнем опасности выше низкого могут проводиться только на основании соответствующего разрешения. Размещение ГМО на рынке возможно лишь на основании лицензии. Вышестоящим органом власти в этой области на федеральном уровне является Федеральное ведомство по защите прав потребителей и безопасности пищевой продукции.

За нарушения – наказания от штрафа до лишения свободы сроком до пяти лет.

Требования к ГМО в ФРГ ужесточены. С 2009 г. в ФРГ полностью прекратилось культивирование ГМ-растений в сельскохозяйственных целях.

Закон ФРГ «О комплементации постановлений Европейского Сообщества и Европейского Союза в области генной инженерии и маркировки продукции, произведенной без использования процедур генной инженерии» от 22.06.2006 г. гласит, что производители пищевой и кормовой продукции, а также розничные торговые объекты имеют право, но не обязаны с 2008 г. наносить на продукцию, произведенную без использования ГМО, маркировку «Произведено без генной инженерии».

Специальная маркировка продукции о наличии ГМО наносится преимущественно на пищевую продукцию из мяса, молочную продукцию, яйца и другую продукцию животного происхождения.

Законы Государства Израиль о ГМО

Закон «О семенах» от 22.11.1956 г. – один из ключевых актов в сфере оборота ГМО и ГМ-продукции. Продукты, полученные путем применения ГМО, можно импортировать, продавать и использовать в производстве продуктов питания в Израиле. Отсутствуют специализированные законодательные акты, непосредственно регулирующие выработку ГМО. Обязанности по исследованию, разработке и применению ГМО осуществляют Министерство сельского хозяйства и аграрного развития и Министерство здравоохранения Израиля.

«Правила обращения с генетически модифицированными растениями и организмами» № 5765 – 2005 г. разработаны Министерством сельского хозяйства и аграрного развития. Они запрещают любые эксперименты с растениями, подвергнутыми генной модификации, без соответствующего разрешения Министерства сельского хозяйства и аграрного развития Израиля.

Правила № 5771 – 2011 г. «Общественное здравоохранение. Продукты питания» разработаны Министерством здравоохранения. Они требуют, чтобы в заявке на регистрацию ГМ-продукта приводились сведения о характере модификации, включая информацию о ее потенциальном воздействии на человека, животных, растения и окружающую среду, а также научные результаты экспериментов на иврите.

Требования об обязательной маркировке продукции ГМО, производимой в Израиле, отсутствуют. Такая маркировка требуется только на импортируемые ГМ-продукцию и ГМО. Для реализации генмодифицированных растений требуется разрешение Министерства сельского хозяйства и аграрного развития.

Законодательство Королевства Испании о ГМО

Закон Королевства Испании от 25 04. 2003 г. № 9/203 «О правовом режиме применения, добровольной разработки и реализации ГМО» гласит, что разрешение на проведение исследований в области оборота ГМО и ГМ-продуктов выдает Генеральная государственная администрация и администрации автономных сообществ, они контролируют деятельность НИИ.

Королевский декрет от 30.01.2004 г. № 178/2004 утвердил Общие правила по применению и разработке ГМО, правила информирования населения и контроля, санкции и полномочия Межведомственного совета по ГМО и национальной комиссии по биобезопасности.

Оба эти органа функционируют в рамках Министерства окружающей среды Испании. Утвержден Центральный реестр ГМО для предоставления доступа к информации о виде, типе, месте выращивания и создания ГМ-продукции.

Законодательство Канады о ГМО

Канада – один из крупнейших производителей генмодифицированных сои, кукурузы и свеклы. Основным актом, регулирующим вопросы обращения с ГМО-продукцией, – Закон «О продовольственных и лекарственных препаратах». Регулирование производства продукции нового поколения осуществляется аналогично регулированию «новой» традиционной пищевой продукции. Основным органом по регулированию ГМО-продукции является Агентство пищевого инспектирования Канады. Безопасность пищевой ГМО-продукции относится к ведению Департамента здравоохранения Правительства.

Регулирование исследований в области ГМО определяется Ведомством по вопросам биобезопасности растений, подчиняющимся Агентству пищевого инспектирования.

Маркировка – если продукт принципиально отличается от натурального аналога, производитель обязан указывать, что при изготовлении продукта были использованы технологии генной инженерии.

Законы Китайской народной республики

Правовой акт «О семенах» – 2000 г. утвержден указом Президента КНР от 08.07 2000 г. № 34. В нем основное внимание сосредоточено на ГМ-растениях.

Внесены Поправки в закон «О рыболовстве» от 1986 г.

Закон «О сельском хозяйстве» 28.12. 2002 г., утвержден Указом Президента КНР № 81.

Закон «О животноводстве», утвержденный Указом Президента КНР. № 45, указывает, что для сельскохозяйственных продуктов ГМО, произведенных в Китае, существует специализированный перечень биологически безопасных продуктов.

Заложены основы животноводства и птицеводства с использованием генной инженерии. Обращается внимание на биобезопасность такой продукции. Импортируемые продукты – если даже в странах-производителях эта продукция признана безопасной, могут не соответствовать принятым в Китае нормам.

Законодательство Малайзии о ГМО

Законодательство Малайзии исходит из положений, адаптированных к Картахенскому протоколу о биобезопасности от 1974 г. Малайзия является аграрной страной, в законе «О биобезопасности» на первом месте стоит необходимость защиты здоровья населения и окружающей среды.

В Закон Малайзии от 1983 г. № 281 «О пищевой продукции» Постановлением Правительства страны от 8 июля 2010 г. № 229/2010 внесены поправки, которые гласят, что никто не может импортировать, производить, продавать или рекламировать продукты питания или пищевые ингредиенты, полученные методами генетической инженерии, без предварительного письменного разрешения главы Национального совета по биобезопасности. Лицо, виновное в нарушении Закона «О биобезопасности», подвергается штрафу или тюремному заключению сроком до 5 лет.

Заявка на допуск ГМО-продукции предварительно рассматривается учеными Консультативного комитета по генетическим модификациям (GMAC), которые выносят свои заключения о безопасности продукции. Ученые Малайзии считают, что население страны выступает против ГМО-продукции в связи с недостаточной информированностью в области ее производства.

В Малайзии требуется обязательно наносить на продукцию маркировку об использовании ГМО и ГМ-компонентов.

Законодательство Мексиканских соединенных штатов о ГМО

Закон от 18.03.2005 г. «О безопасности ГМО» устанавливает специальные режимы защиты для кукурузы и других культур, центром происхождения которых является Мексика. Закон содержит правила относительно исследований по разработке, реализации, экспорта и импорта ГМО. Для обеспечения безопасности ГМО создана Национальная сеть лабораторий, выявляющих наличие и вид ГМО. На производство ГМ-продукции требуется лицензия.

Был разработан декрет Губернатора штата Юкатана от 26 октября 2016 г. № 418 «Об объявлении Юкатана зоной, свободной от ГМО». Но 13 июля 2019 г. декрет отменен Верховным судом.

Федеральный Уголовный Кодекс Соединенных Мексиканских штатов при нарушениях предусматривает отмену испытаний, отмену лицензии на производство, штрафы и уголовную ответственность от 1 до 9 лет.

Законодательство Соединенного Королевства Великобритании и Северной Ирландии о ГМО

Здесь действуют Закон «О защите окружающей среды» от 1990 г., Постановления 2004 г. о генно-модифицированных продуктах питания, кормах для животных, правилах прослеживаемости и маркировки ГМ-продукции.

Для выпуска ГМО в открытую среду необходимо получить разрешение у Государственного секретаря Королевства. Экологическая экспертиза заявки возлагается на Консультационный комитет по вопросам выпуска веществ в окружающую среду. Вся продукция подлежит маркировке в соответствии с нормами европейского права. Но продукты животного происхождения (мясо, молоко, яйца) могут не маркироваться, даже если выращены на кормах, включающих ГМ-ингредиенты. Ответственность в случае правонарушений соответствует европейскому принципу «загрязнитель платит».

Отношение к ГМО-продукции в Королевстве нейтральное, общество не возражает против ГМ-продукции, если она безвредна. ГМ-культуры не выращиваются в Королевстве, но активно импортируются. В Законодательстве запрета на выращивание ГМ-культур нет, но выращивание возможно только при отдельном культивировании обычных и ГМ-культур.

Законодательство США о ГМО

Акт «Координированные рамки регулирования биотехнологии» внесен Управлением по регулированию научно-технической политики США в 1986 г. Основными федеральными органами регулирования ГМО являются Служба инспекции здоровья животных и растений Министерства сельского хозяйства США (APHIS), Управление по контролю за продуктами и лекарствами (FDA), Агентство по охране окружающей среды (EPA). APHIS дает разрешение тремя способами: уведомительный, разрешительный или определение нерегулируемого статуса. Если APHIS дает разрешение, то за ним сохраняются контролируемые функции. FDA регулирует безопасность всех пищевых продуктов для человека и животных, а также лекарств и биологических продуктов. Законодательный акт для FDA – «Закон о пищевых продуктах, медикаментах и косметике» еще от 1938 г.

США являются одним из лидеров по разработке и использованию ГМО. Началось это с 70-х годов прошлого века. Специальное Федеральное законода-

тельство по регулированию ГМО отсутствует. Положение о ГМО включено в акты о здоровье, безопасности и об окружающей среде.

Законы отдельных штатов играют незначительную роль. Так, Калифорния ввела запрет на выращивание ГМО. США ведут поиск оптимальной модели правового регулирования в области биотехнологий, в том числе ГМО, направленной на развитие данной отрасли и сохранение лидерства США. 11 июля 2019 г. Д. Трамп подписал Исполнительный приказ о модернизации правового регулирования в области сельскохозяйственных биотехнологических продуктов, который отметил, что развитие биотехнологии должно поддерживаться доверием граждан. Необходимо избегать чрезмерного регулирования данной деятельности.

Государственное законодательство в отношении ГМО не является жестким. Все направлено на непрерывное развитие биологических технологий (по сравнению с Евросоюзом), так как ГМО играют важную роль в развитии экономики США.

Законодательство Турецкой республики о ГМО

Закон Турции № 5977 «О биобезопасности» принят 26.09.2010 г., целью его является предотвращение рисков при применении ГМО. Согласно этому закону с изменениями от 2020 г. запрещен выпуск на рынок ГМО и ГМ-продукции без согласования с Министерством сельского и лесного хозяйства, запрещено использование ГМ-продукции в детском питании и детских пищевых смесях для младенцев. Указом президента Турции создано Главное управление сельскохозяйственных исследований и политики. Оно рассматривает заявки на проведение исследований и производство продукции ГМО. После размещения ГМО и ГМ-продукции на рынке Турции управление осуществляет контроль за выполнением условий, включенных в заявку, в которой должны указываться все возможные риски при употреблении данной продукции. На продукцию животного происхождения (мясо, молоко, яйца, сыры и др.) обязательно наносится маркировка об использовании кормов с ГМ-компонентами при выращивании животных. Юридическая ответственность за ввоз или производство неразрешенной ГМ-продукции – лишение свободы от 5 до 12 лет или уплата штрафа в десяти тысячном размере от установленного судом.

Турция является участником Картахенского протокола по биобезопасности от 24.01.2004 г. и сторонником политики за оборот ГМО. Но существует крупная национальная платформа «Без ГМО», которая ведет пропаганду о вреде ГМО.

Законодательная база России и государств, членов Евразийского экономического союза (ЕАЭС) по биобезопасности и ее реализации

Одной из основных задач в области предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в результате воздействия биологических

факторов является обеспечение безопасности продуктов питания, производимых из генетически модифицированных источников, а также безопасности экологической системы от проникновения чужеродных биологических видов организмов, прогнозирование генетических аспектов биологической безопасности и создание системы государственного контроля за оборотом генетически модифицированных материалов.

Принятые в различных странах законы регулируют отношения в сфере природопользования, охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности при осуществлении генно-инженерной деятельности с биологическими объектами, за исключением человека, его клеток и тканей, что регулируется специальным законодательством.

С целью понимания общемирового подхода к решению вопроса о ГМО необходимо вывести тенденции законодательств о ГМО стран-участниц ЕАЭС – России, Армении, Беларуси, Казахстана и Кыргызстана. На основании договора о ЕАЭС от 29.05.2014 г. все *Технические Регламенты Таможенного Союза в области оборота ГМО на территории ЕАЭС* имеют силу прямого действия и должны применяться без изъятий. Но в каждом государстве могут быть и свои региональные технические регламенты, согласующиеся с Техническим Регламентом Таможенного Союза.

Законодательства Российской Федерации о ГМО

Указом Президента РФ от 21.01.2020 г. № 20 утверждена «Доктрина продовольственной безопасности», где развиваются положения Стратегии национальной безопасности страны, утвержденной Указом Президента РФ от 31.12.2015 г. № 683. Доктрина включает стратегию национальной безопасности РФ до 2030 г. и является основой для разработки законодательства в области обеспечения продовольственной безопасности, развития сельского и рыбного хозяйства с учетом рекомендаций ФАО по предельной доле импорта и запасов продовольственных ресурсов.

Необходимо отметить, что российскими учеными накоплен достаточно большой положительный опыт по обеспечению безопасности ГМ-продуктов. Это прежде всего ученые ИБХ РАН им. М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова, а также **ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии** (раньше назывался ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии РАСХН), **Институт биоинженерии в составе ФИЦ Биотехнологии РАН** (ранее назывался УТ Центр «Биоинженерия» АН), **Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии** (ранее назывался ВНИИ фитопатологии) и др.

Федеральный закон от 30.03.1999 г № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» направлен на **обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия** как одного из условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду.

Биобезопасность, применительно к указанному Закону, означает отсутствие фактического или прогнозируемого нежелательного воздействия модифицированного организма (в сравнении с исходными немодифицированными организмами) на окружающую среду.

Федеральный закон от 02.01.2000 г № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» регулирует отношения в области организации питания, обеспечения качества пищевых продуктов и их безопасности для здоровья человека и будущих поколений.

Федеральный закон от 07.02.1992 г. № 2300–1 (ред. от 11.06.2021) «О защите прав потребителей» регулирует отношения между потребителями и изготовителями, исполнителями, импортерами, продавцами, владельцами агрегаторов информации о товарах (услугах) при продаже товаров (выполнении работ, оказании услуг), устанавливает права потребителей на приобретение товаров (работ, услуг) надлежащего качества и безопасных для жизни, здоровья, имущества потребителей и окружающей среды, получение информации о товарах (работах, услугах) и об их изготовителях (исполнителях, продавцах), о владельцах агрегаторов информации о товарах (услугах), просвещение, государственную и общественную защиту их интересов, а также определяет механизм реализации этих прав (в ред. Федеральных законов от 21.12.2004 № 171-ФЗ, от 25.10.2007 № 234-ФЗ и от 29.07.2018 № 250-ФЗ).

После принятия международной **Конвенции о биологическом разнообразии (Картахенский протокол по биобезопасности)**, ратифицированной РФ в 1995 г. (Федеральный закон от 17.02.1995 г. № 16-ФЗ «О ратификации Конвенции о биологическом разнообразии»), в России действуют Федеральные законы от 05.07.1996 г. № 86-ФЗ «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности» и Федеральный Закон от 12.07.2000 г. № 96-ФЗ «О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон «О Государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности». Эти Законы гласят: «Основными направлениями государственного регулирования в области генно-инженерной деятельности в России являются:

- улучшение условий жизни человека и охрана здоровья;
- охрана и восстановление окружающей среды, сохранение биологического разнообразия;
- повышение эффективности сельского хозяйства» и др.

При этом указывается, что «генно-инженерная деятельность должна основываться на следующих принципах:

- безопасности граждан (физических лиц) и окружающей среды;
- общедоступности сведений о безопасности генно-инженерной деятельности;
- сертификации продукции, содержащей результаты генно-инженерной деятельности, с указанием полной информации о методах получения и свойствах данного продукта».

По указанным Законам государство обязано устанавливать основные направления деятельности Федеральных органов государственной власти, орга-

нов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, юридических лиц и граждан (физических лиц) в области генно-инженерной деятельности; устанавливать основные положения правового регулирования отношений в области генно-инженерной деятельности; определять механизмы, обеспечивающие безопасность граждан и окружающей среды в процессе осуществления генно-инженерной деятельности и использования ее результатов; устанавливать правовые основы международного сотрудничества Российской Федерации в области генно-инженерной деятельности; создавать условия для развития приоритетных направлений в этой области.

Для реализации указанных задач Федеральный Закон 05.07.96 г. № 86-ФЗ **«О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности»** предусматривает принятие Федеральных и региональных программ в области развития генно-инженерной деятельности. Среди основных принципов генно-инженерной деятельности Закон выделяет *сертификацию* продукции, которая должна содержать результаты генно-инженерной деятельности с указанием полной информации о методах получения и свойствах продукта. Здесь впервые введены требования об *обязательности информирования потребителя* о методах получения и свойствах продукта из ГМИ.

Государственный стандарт РФ ГОСТ 51074–2003 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования» установил требования к маркировке пищевых продуктов. Это отражено и в Постановлении Главного государственного санитарного врача РФ от 08.11.2000 г. № 13 «О нанесении информации на потребительскую упаковку пищевых продуктов, полученных на основе генетически модифицированных источников». Нанесение информации должно производиться юридическими и физическими лицами, осуществляющими закупку, поставку, производство и реализацию пищевых продуктов, полученных из ГМИ при содержании ГМО выше 0,89 %.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 22.04.1997 г. № 464 **«О межведомственной комиссии по проблемам генно-инженерной деятельности (МВКГИД)»** с изменениями от 08.02.1999г. и 22.07.2004 г. создана Межведомственная комиссия по проблемам генно-инженерной деятельности.

В ведение комиссии включены вопросы получения, биологических, а также полевых испытаний трансгенных растений. Комиссией разработаны и утверждены **«Временные правила безопасного получения, использования и передачи генно-инженерно-модифицированных (трансгенных) растений и их фрагментов, содержащих рекомбинантную ДНК»**. Этими документами предусмотрено создание на осуществляющих генно-инженерную деятельность предприятиях специальных комиссий, оценивающих риск при создании и проведении испытаний трансгенных культур.

Постановлением Правительства РФ от 16.02.2001 г. № 120 **«О государственной регистрации генно-инженерно-модифицированных организмов»** утверждено **«Положение о государственной регистрации генно-инженерно-модифицированных организмов»**. Установлено, что все генно-инженерно-

модифицированные организмы, предназначенные для первого на территории Российской Федерации выпуска в окружающую среду, промышленного использования или импорта, подлежат обязательной государственной регистрации. Регистрация и ведение сводного государственного реестра зарегистрированных генно-инженерно-модифицированных организмов возложены на Министерство промышленности, науки и технологий РФ.

Срок действия свидетельства о государственной регистрации модифицированного организма – до пяти лет с момента включения его в реестр. Этот срок может быть продлен – по заявлению его владельца – на следующие пять лет. При появлении в период срока действия свидетельства новых научно обоснованных данных о биобезопасности модифицированного организма Министерство промышленности, науки и технологий РФ может принять решение о его перерегистрации без проведения экспертизы. При выявлении негативного воздействия модифицированного организма на окружающую среду, подтвержденного экспертизой, государственная регистрация его может быть аннулирована.

В соответствии с законодательством РФ (Федеральные Законы от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «**О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения**» и от 02.01.2000 г. № 29-ФЗ «**О качестве и безопасности пищевых продуктов**») пищевая продукция из ГМО относится к категории «новой пищи» и подлежит *обязательной оценке на безопасность* и последующему мониторингу за ее оборотом.

Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 26.09.1999 г. № 12 «**О совершенствовании системы контроля за реализацией сельскохозяйственной продукции и медицинских препаратов, полученных на основе генетически модифицированных источников**» запрещено с 1 июля 2000 г. реализовывать населению пищевую продукцию и медицинские препараты, полученные из ГМО, без соответствующей маркировки. Постановление рассматривается как подзаконный акт Федеральных законов «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и «О защите прав потребителей».

В 2000 г. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 08.11.2000 г. № 14 введены «**Положение о порядке проведения санитарно-эпидемиологической экспертизы пищевых продуктов, полученных из генетически модифицированных источников**», а также Методические указания «**Медико-биологическая оценка пищевых продуктов, полученных из генетически модифицированных источников**». Постановлением предусмотрено проведение комплексной экспертизы новых видов пищевой продукции, которая включает медико-генетическую, медико-биологическую и технологическую оценку ГМИ. Главным назначен **Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи** (ранее назывался ГУ НИИ питания РАМН). В соответствии с этими документами экспертиза ГМИ осуществляется по трем направлениям: медико-генетическая оценка (**Институт биоинженерии в составе ФИЦ Биотехнологии РАН**, который ранее назывался Центр «Биоинженерия» РАН), медико-биологическая оценка (**Федеральный**

исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи (ранее назывался ГУ НИИ питания РАМН)) и оценка технологических параметров продукта (**Московский государственный университет пищевых производств** (ранее назывался МГУ прикладной биотехнологии Минобразования РФ)). В качестве учреждений-соисполнителей представлены: **Институт биоинженерии в составе ФИЦ Биотехнологии РАН** (ранее назывался Центр «Биоинженерия» РАН), **ФГБУ Медико-генетический научный центр Российской академии медицинских наук** (ранее назывался Медико-генетический научный центр РАМН), **Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана** (ранее назывался Московский научно-исследовательский институт гигиены им Ф. Ф. Эрисмана Минздрава России), **ФГБНУ «Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток им. И. И. Мечникова»** (ранее назывался Институт вакцин и сывороток им И. И. Мечникова РАМН).

По результатам этой экспертизы Минздрав России выдает разрешение на использование ГМИ в пищевой промышленности и реализацию населению или мотивированный отказ.

Данным Постановлением предусмотрены также организация и ведение Реестра Минздрава России, куда заносятся сведения о зарегистрированной пищевой продукции из ГМИ.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16.02.2001 г. № 120 **«О государственной регистрации генно-инженерно-модифицированных организмов»** Министерство промышленности, науки и технологий РФ своим приказом от 10.07.2001 г. № 264 создало **«Экспертный совет Минпромнауки России по вопросам биобезопасности»**. Это постоянно действующий орган, обеспечивающий объективность и надлежащий уровень проверки предоставляемых заявителями сведений о биобезопасности ГМО.

Значительным шагом в области оценки биобезопасности ГМО и полученных из них продуктов в России стало создание в 2002 г. совместным решением РАН и Госстандарта РФ **Технического комитета «Биологическая безопасность пищевых продуктов, кормов и товаров народного потребления и методы ее контроля»** (приказ от 01.08.2002 г. № 175) на базе Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева РАН.

Техническим комитетом, силами ученых Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева РАН и Института молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта РАН разработан принципиально новый метод идентификации ГМИ в сырье и продуктах питания, основанный на новейшей технологии микрочипов. На основе этого метода разработан и принят Госстандартом России в 2003 г. в качестве национального стандарта ГОСТ Р 52174–2003. **«Биологическая безопасность. Сырье и продукты пищевые. Метод идентификации генетически модифицированных источников (ГМИ) растительного происхождения с применением биологического микрочипа»**.

В дополнение к этому Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 16.09.2003 г. № 149 введена санитарно-эпидемиологическая, микробиологическая и молекулярно-генетическая экспертиза генети-

чески модифицированных микроорганизмов, используемых в производстве пищевых продуктов, в частности, молочных. Разработаны и утверждены соответствующие методические указания.

Законодательные изменения 2016 г. внесли существенные ограничения в сферу производства продукции, содержащей ГМО. Федеральный закон от 23.07.2016 г. № 3358-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в части совершенствования государственного регулирования в области генно-инженерной деятельности» фактически установил запрет выращивания и разведения в России ГМ-растений и животных, за исключением их использования для экспериментов и научно-исследовательских работ. Закон предусмотрел распространение на импортеров ГМО и ГМ-продукции обязанности по прохождению необходимых регистрационных процедур и наделил Правительство РФ правом запрещать ввоз указанных организмов и продукции при негативных результатах мониторинга. Предусматривается административная ответственность за использование ГМО с нарушением разрешенного ввоза и условий использования.

По результатам полного цикла необходимых исследований в России в настоящее время разрешены для использования в пищевой промышленности и реализации населению без ограничений: три линии сои, шесть – кукурузы, три сорта картофеля, одна линия сахарной свеклы, одна – риса, пять видов генетически модифицированных микроорганизмов.

Особое место в проблеме ГМИ занимает маркировка. В мире существуют различные подходы к маркировке пищевых продуктов. Так, в США, Канаде и Аргентине такие продукты не маркируются каким-либо особым образом; в Японии и Австралии принят 5 %-ный уровень содержания ГМИ в продуктах, обязательных для маркировки, в странах Евросоюза и ЕАЭС – 0,9 %-ный. Подходы к данному вопросу РФ базируются на национальном законодательстве и учитывают нормативную базу Европейского Союза и других стран. Вопросы маркировки и этикетирования пищевых продуктов отражены в ряде законодательных и нормативных актов РФ:

Система маркировки пищевой продукции из ГМИ существует в России с 1999 г. Однако она носила рекомендательный характер. В соответствии с санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами СанПиН 2.3.2.1078–01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», с 1 сентября 2002 г. была введена обязательная маркировка пищевых продуктов, полученных с применением ГМО. Маркировке подлежала вся пищевая продукция, содержащая более 5 % трансгенных компонентов. В 2004 г. Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами СанПиН 2.3.2.1842–04 введены Дополнения и изменения № 3 и 6 к СанПиН 2.3.2.1078–01, которые вслед за принятием Директивы Европейского Парламента и Европейского Совета. № 1829/2003 от 22.09.2003 г. снизили в России пороговый уровень маркировки пищевых продуктов, содержащих ГМИ, с 5 до 0,9 %.

Минздрав России считает целесообразным ввести в Российской Федерации обязательную маркировку всей пищевой продукции, содержащей более

0,9 % компонентов из ГМИ, а пищевую продукцию, содержащую 0,9 % и менее компонентов из ГМИ, считать генетически немодифицированной и не подлежащей маркировке.

В соответствии с рекомендациями международных организаций и с законодательством РФ, в нашей стране «новая» пищевая продукция из ГМИ подлежит *обязательной оценке* на безопасность.

К настоящему времени Минздравом России подготовлена необходимая нормативно-методическая база по оценке качества и безопасности для здоровья населения новых видов продовольственного сырья и пищевых продуктов из ГМИ, а также идентификации специфических белков и ДНК. С этой целью утверждены Методические указания «Медико-биологическая оценка пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников» (МУК 2.3.2.970–00).

Действует Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 26.09.99 № 12 **«О совершенствовании системы контроля за реализацией сельскохозяйственной продукции и медицинских препаратов, полученных на основе генетически модифицированных источников»** с последующими изменениями.

В Письме Главного государственного санитарного врача РФ от 03.04.2006 г. № 0100/3572–06–32 **«О совершенствовании надзора за пищевыми продуктами, содержащими ГМО»** отмечено, что в России «имеется необходимая нормативно-методическая база, включая методы лабораторных исследований, необходимые для организации и проведения эффективного надзора за пищевыми продуктами, содержащими компоненты, полученные с применением ГМО».

Несмотря на Законодательство РФ и распоряжения Госсанэпиднадзора, проверки в супермаркетах и магазинах показывают, что маркируется только ничтожная часть ГМ-продуктов. При этом уровень ГМИ в них превышает 0,9 % (установленную норму), и даже значительно выше. Даже если товар маркирован, не каждый рядовой потребитель знает, что значок «ARDEX F» означает присутствие изолята (концентрата) соевого белка. Россияне лишены еще одной подсказки на наличие ГМ-продуктов: во всем мире продукты из ГМ-сырья дешевле натуральных, а в России они продаются по цене натуральных.

Особенно часто ГМИ встречались в мясных продуктах, в группе продуктов «прочие» (в основном растительные белки), в птицеводческих продуктах.

Имеются некоторые несогласованности в создаваемых законах. До 1 января 2021 г. был разрешен упрощенный ввоз в Россию ГМ-продукции, в частности бобов сои, безопасность которой подтверждена Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору. Министерство сельского хозяйства предлагало продлить это разрешение до 1 января 2022 г., так как необходимо было провести ряд экспертиз по новым методикам контроля на наличие ГМО, но эти методики уже утверждены Минсельхозом, так зачем было продлевать разрешение? Ввозить соевые бобы мог только крупнейший отечественный переработчик сои – калининградская группа «Содружество», которая осуществила предусмотренную законом госрегистрацию.

Законодательство республики Беларусь (РБ) о ГМО

Законодательство состоит из нескольких законов: Закон РБ от 09.01.2002 г. № 90 «О защите прав потребителей», Закон РБ от 29.06.2003 г. № 217 «О качестве и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов для жизни и здоровья человека» и др.

В законодательстве отсутствует запрет на разведение и выращивание ГМ растений и животных.

В РБ действует Национальная система биобезопасности, осуществляющая контроль генно-инженерной деятельности. Контроль осуществляют три министерства: Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды; Министерство здравоохранения и Министерство сельского хозяйства и продовольствия. Национальный координационный центр биобезопасности (НКЦБ) Института генетики и цитологии НАН Беларуси ведет сбор, анализ и систематизацию информации об использовании ГМ-продукции. Все ГМО, созданные или ввезенные, подлежат обязательной регистрации в НКЦБ.

Имеется система государственной регистрации генно-инженерных растений, животных и штаммов микроорганизмов, предназначенных для производства продукции на территории страны и стран Таможенного союза.

Потребитель имеет право на получение информации, что продукт является генно-инженерным или содержит ГМ-компоненты. Механизм этого определен в Постановлении Совета Министров РБ от 28 апреля 2005 г. № 434 «О некоторых вопросах информирования потребителей о продовольственном сырье и пищевых продуктах», утвержден перечень сырья и пищевых продуктов, подлежащих контролю на наличие ГМО.

Законодательство республики Армения о ГМО

Армения в аграрной отрасли ориентирована на производство органической продукции. Нет специализированного закона, регулирующего оборот ГМО и ГМ-продукции. Общественность Армении настроена к ГМО крайне негативно. В Министерстве сельского хозяйства Армении в 2018 г. состоялось заседание рабочей группы по обеспечению безопасности при использовании ГМО. Несмотря на законодательные предложения этой группы, закон не был принят.

Законодательство республики Казахстан (РК) о ГМО

В Казахстане нет специализированного закона, регулирующего оборот ГМО. Но экологический кодекс РК от 9.01.2007 г. № 212 -III, Кодекс «О здоровье народа и системе здравоохранения» от 18.09.2009 г. № 193-IV затрагивают данную сферу. Согласно Приказу Министра энергетики РК № 27 «Об утверждении перечня экологически опасных видов деятельности» от 25.06.2008 г. производство ГМО признано экологически опасным видом деятельности.

В отношении ГМО в Казахстане действуют следующие требования:

- запрет на продажу продукции, содержащей ГМО в учебных заведениях, детских садах;
- обязательна маркировка пищевой продукции, содержащей ГМО;
- требование проведения обязательной экспертизы при создании и производстве ГМО, обязательное экологическое страхование производства и обязательная регистрация ГМО;

Закон РК «О семеноводстве» от 8.02.2003 г. № 385–II запрещает реализацию и использование для посева семян растений, полученных на основе генной инженерии.

Однако, производство продукции, содержащей ГМО, не включено в перечень видов деятельности, требующих оценки воздействия на окружающую среду и экологической экспертизы.

Экологический кодекс РК от 9.01.2007 г. № 211-III ЗРК устанавливает запрет на производство, разведение и использование растений и животных, не свойственных экологической системе. ГМ-продукты питания и корма должны содержать информацию о производстве и использовании ГМО. Производители сельхозпродукции должны маркировать урожай, который содержит ГМО, и вести учет покупателей, кому поставляется продукция.

Создание новых штаммов микроорганизмов, биологически активных веществ, выведение ГМО осуществляются только при наличии положительных заключений государственной экологической и санитарно-эпидемиологической экспертиз.

Законодательство Кыргызской Республики о ГМО

В законодательстве Кыргызской Республики тоже нет специализированного нормативного и правового акта по регулированию ГМО и ГМ-продукции. В 2018 г. рассматривался проект закона «Об ограничении выращивания, производства, ввоза и реализации продукции, содержащей ГМО», но закон не был принят. В республике были отмечены проблемные вопросы в данной области: размытость ответственности уполномоченного органа в сфере здравоохранения в части исследований влияния потребления ГМО на здоровье, отсутствие системы периодических отчетов и рекомендаций по результатам исследований о влиянии ГМО на здоровье, отсутствие четкой позиции республики по проблемам оборота ГМО в рамках ЕАЭС, обязательной маркировки ГМО-содержащей продукции при импорте товаров из стран ЕАЭС и других стран. В законе Кыргызской Республики от 18.05.2019 г. № 64 «Об органическом сельскохозяйственном производстве» указывается, что применение ГМО и ГМ-продукции, а также применение гидропонного производства не допустимы в отношении органической продукции.

О гармонизации законодательств государств о ГМО

Таким образом, несмотря на создание условий для развития генетических технологий, каждое государство имеет свою специфику правового регулирования. Во всех государствах общей тенденцией в регулировании генных исследований является принятие на различных уровнях власти правовых документов, регламентирующих процесс геномных исследований. Различием является степень такого регулирования и прохождения сертификации.

В США, Китае, Израиле регулированию ГМО свойственен либеральный подход законодателей. С уровня правительства данных стран исходит поощрение и поддержка научных исследований в сфере ГМО. При этом в Израиле отсутствует необходимость получения разрешения на проведение эксперимента строго в лабораторных условиях.

Во многих странах оборот ГМО и ГМ-продукции зависит от решения органов, надзирающих за данной сферой, вплоть до уголовной ответственности.

Правовой режим с точки зрения развития биотехнологий (в том числе и ГМО) в США по сравнению с Россией и Европейским Союзом является наиболее благоприятным. Руководство США совершенствует систему правового регулирования с целью сохранения лидерства США на мировом рынке. В России тоже необходимо принятие мер государственного регулирования, предусматривающих стратегическую легализацию разработки и применения ГМ-продукции на территории России, выделение дополнительных ресурсов на развитие исследований и данных технологий. Из-за длительного чрезмерного ограничения на разработки ГМ-продукций российские технологии значительно отстали от передовых зарубежных.

Население России нуждается в более широком просвещении в отношении вопросов оборота ГМО. Необходимо повышать конкурентоспособность отечественной сельскохозяйственной продукции на мировом рынке.

Требования к вопросам оборота продукции, содержащей ГМО, в том числе маркировка данной продукции в странах ЕАЭС, не гармонизированы.

Принятие согласованных и эффективных решений, направленных на защиту интересов потребителей, является задачей, которая стоит перед всеми странами, в том числе странами ЕАЭС. В рамках ЕАЭС в отношении продовольственного сырья и пищевых продуктов, в том числе ГМО, обязательны требования единых Технических Регламентов Союза, в частности «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТР ТС 022/2011) и др. Так, информация об отличительных признаках, в том числе об отсутствии в пищевой продукции компонентов ГМО, должна быть подтверждена доказательствами, сформированными лицом, указавшим это заявление в маркировке самостоятельно или с участием других лиц. Но в ТР ТС 022/2011 отсутствуют установленные требования и процедура оценки соответствия заявленной изготовителем самостоятельно информации. Это приводит к созданию на национальном уровне дополнительных требований оценки соответствия и затрудняет свободное обращение продукции на внутреннем рынке Союза.

Решением Союза ЕАЭС от 20.12.2017 г. № 90 в ТР ТС 022/2011 введены дополнительные способы информирования потребителя об изготовлении пищевой продукции с применением ГМО. Маркировка стала обязательной для производителей при содержании в продукте ГМО более 0,9 %.

14.3. Задания и методические указания по их выполнению

Задание 14.3.1. Изучить справочно-теоретический материал по нормативным международным и отечественным законодательным документам по регламентации создания и пищевого использования генномодифицированных организмов и продуктов

Усвоить, какие страны разрабатывают и используют нормативные законодательные документы по регламентации создания или импорта, пищевого использования генномодифицированных организмов и продуктов. Запишите эти сведения в тетрадь для лабораторных работ.

Задание 14.3.2. Повторить, какие достижения и риски в направлении разработки и использования ГМ-продуктов используются респондентами, отстаивающими свои позиции «За ГМО» или «Против ГМО»

Отметьте достижения и риски при создании и использовании генно-инженерно-модифицированных источников и продуктов с их использованием при решениях проблем обеспечения населения земного шара пищей и сохранения биоразнообразия в окружающей среде. Результаты запишите.

Задание 14.3.3. Усвоить, какую цель преследует законодательство стран при введении государственной регистрации ГМО

Укажите, какие цели достигаются при государственной регистрации ГМО или продукции с использованием ГМ-компонентов, подвергнутых детальной предварительной экспертизе и испытаниям по показателям безопасности, каков порядок выдачи разрешений на производство и использование «новой пищи» после соответствующих испытаний и государственной регистрации в разных странах.

Задание 14.3.4. Уточнить, каков порядок медико-биологической оценки безопасности ГМ-пищевой продукции или приготовленной с использованием ГМО

Укажите, по каким направлениям проводится экспертиза генетически модифицированных продуктов для их использования в пищевых целях, кто выдает разрешение на производство и использование такой продукции, какую роль играет генетический мониторинг в процессе контроля последующего ее производства.

Задание 14.3.5. Усвоить основные правовые позиции зарубежных стран (США, Великобритания, Канада, Израиль, Турция, Китайская народная республика, Мексиканские соединенные штаты) и Европейского Союза (Германия, Корлевство Испании) в области регулирования оборота ГМО

Отметьте, что сферу в отношении биотехнологии ГМО и ГМ-продукции законодательство различных стран регулирует неоднозначно. Рассмотрите основные законодательные акты перечисленных стран. Выявите особенности законодательных актов отдельных государств об обороте ГМО, биобезопасности различных видов продукции.

Задание 14.3.6. Усвоить законодательную базу России и государств-членов Евразийского Экономического Союза (ЕАЭС) в области регулирования оборота ГМО и биобезопасности

Обратите внимание, что сферу в отношении биотехнологии ГМО и ГМ-продукции законодательство и стран ЕАЭС регулирует неоднородно. Рассмотрите основные законодательные акты стран этого Союза. Выявите особенности законодательных актов отдельных государств ЕАЭС о создании, обороте ГМО, биобезопасности различных видов продукции.

Рекомендуемая литература

1. Пищевые продукты и пищевые добавки. Медико-биологическая оценка пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников: метод. указания МУК 2.3.2.970-00. Дата введения 2000-07-01. – Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2001. – С. 105–168.
2. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. – Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 240 с.
3. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации (утв. 22 июля 2021 г.): метод. рекомендации МР 2.3.1.0253-21. – Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. 2021. – 72 с.
4. Шилюк, Т. О. Принципы государственного регулирования в области генной инженерии / Т. О. Шилюк // Актуальные проблемы Российского права. – 2020. – Т 15, № 7 (116). – С. 31–36.
5. Коханова, Н.М. Международный опыт регулирования производства и оборота генетически модифицированных продуктов и возможность его применения в России / Н. М. Коханова, Е. Г. Анисимов // Современные проблемы науки и образования. – 2008. – № 5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=3052> (дата обращения: 14.12.2021).
6. Новикова, Р. Г. Правовое регулирование в области оборота генно-модифицированных организмов (ГМО) в России и зарубежных государствах / Р. Г. Новикова // Вестник РУДН. Серия Юридические науки. – 2021. – Т. 25 № 1. – С. 32–66.

7. Основы биотехнологии: в 2 ч. / под общ. ред. Л. В. Назаренко, Н.В. Загоскиной. – Москва: Московский городской педагогический университет, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020. – Ч. 2. Основы промышленной биотехнологии и получение первичных и вторичных метаболитов. – 219 с.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы состояние и перспективы в настоящее время производства трансгенных пищевых продуктов?
2. В чем сущность понятия «биологическая безопасность»?
3. Перечислите современные источники биологической опасности.
4. Определите место биотехнологии в вопросах биобезопасности.
5. Какие международные документы создают нормативно-правовую базу для современной биотехнологии и биоинженерии?
6. Приведите данные о расширении площадей возделывания трансгенных культур в мире.
7. Какие вопросы рассматривает международная Конвенция о биологическом разнообразии?
8. Расскажите о законодательной базе России по биобезопасности.
9. По каким направлениям проводится экспертиза генетически модифицированных продуктов для их использования в пищевых целях?
10. Рассмотрите возможности и перспективы применения генетически модифицированных организмов (ГМО) в России, ЕАЭС и в мире.
11. Почему современные технологии создания ГМО служат источником биологических и экологических рисков?
12. Приведите примеры достижений генетической инженерии в области фундаментальных наук.
13. Расскажите о достижениях генетической инженерии в области медицины.
14. Перечислите основные законы РФ по контролю безопасности ГМО. В чем их суть?

Учебное издание

Лариса Степановна Байдалинова

ОБЩАЯ ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

Часть 2

Редактор Е. Билко

Подписано в печать 21.03.2022 г. Формат 60x84 (1/16). Уч.-изд. л. 15,9. Печ. л. 12,4.

Тираж 20 экз. Заказ № 11.

Издательство федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1