

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Л.А. Забодалова

**ВВЕДЕНИЕ
В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**

Учебно-методическое пособие

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Санкт-Петербург

2015

УДК 637.1/663.1

Забодалова Л.А. Введение в специальность: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015. – 69 с.

Учебно-методическое пособие включает перечень практических занятий по дисциплине «Введение в специальность», рекомендации к их выполнению, а также рекомендации к самостоятельной работе бакалавров, вопросы для подготовки к рубежному и промежуточному контролю, задания к контрольной работе для студентов заочной формы обучения.

Предназначено для бакалавров направления 19.03.01 Биотехнология всех форм обучения.

Рецензент: доктор техн. наук, проф. А.Л. Ишевский

**Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
Института холода и биотехнологий**



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 – 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2015

© Забодалова Л.А., 2015

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Введение в специальность» относится к циклу профессиональных дисциплин подготовки бакалавров по образовательной программе «Пищевая биотехнология» направления 19.03.01 «Биотехнология». Дисциплина реализуется на факультете пищевых технологий Института холода и биотехнологий Университета ИТМО кафедрой технологии молока и пищевой биотехнологии.

Содержание дисциплины служит основой для освоения ряда дисциплин гуманитарного, социального и экономического циклов, математического и естественно-научного и профессионального циклов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 102 ч, в том числе: лекции (34 ч), практические занятия – выездные (7 ч), семинары (10 ч) и самостоятельная работа студента (51 ч).

Дисциплина включает семь разделов.

Раздел 1. Особенности организации учебного процесса на кафедре технологии молока и пищевой биотехнологии

Краткая история кафедры. Характеристика направления подготовки бакалавра 19.03.01 (240700.62) «Биотехнология». Содержание и особенности освоения образовательной программы «Пищевая биотехнология» в соответствии с требованиями ФГОС ВПО № 816 от 22 декабря 2009 г. Квалификационные требования к выпускнику. Организация учебного процесса по дисциплинам, читаемым на кафедре (чтение лекций, проведение лабораторных и практических занятий). Учебная и производственная практики. Научно-исследовательская работа студентов, участие в конференциях, конкурсах грантов и т. п. Содержание дипломных проектов и работ, порядок их подготовки и защиты.

Самостоятельная работа студентов – 1 ч.

Работа с источниками [7, 9]; интернет-ресурсы; конспект лекций.

Раздел 2. Биотехнология как наука

Биотехнология как отрасль научных знаний и производства: история и основные этапы развития, цели и задачи биотехнологии, связь со смежными науками. Современное состояние и перспективы развития биотехнологии. Объекты и методы биотехнологии. Характеристика составных частей биотехнологии. Основные стадии и особенности проведения биотехнологических процессов. Промышленная биотехнология.

Самостоятельная работа студентов – 3 ч.

Работа с источниками [1, 5, 10]; интернет-ресурсы; конспект лекций.

Раздел 3. Применение биотехнологических процессов в различных отраслях промышленности

Биотехнологическое производство веществ и соединений, используемых в пищевой промышленности. Сельскохозяйственная биотехнология. Биотехнология в медицине и фармацевтике. Экологические аспекты биотехнологии.

Самостоятельная работа студентов – 3 ч.

Работа с источниками [1, 5]; интернет-ресурсы; отраслевые журналы; конспект лекций.

Раздел 4. Теоретические основы пищевой биотехнологии

Основные направления и современное состояние пищевой биотехнологии. Производство кормового белка. Виды пищевого сырья и классификация пищевых продуктов. Микроорганизмы, используемые в пищевой промышленности. Стадии и кинетика роста микроорганизмов, способы культивирования. Применение пищевых добавок и ингредиентов, полученных биотехнологическим способом. Понятие о генетически модифицированных источниках пищи.

Самостоятельная работа студентов – 2 ч.

Работа с источниками [1–5, 6, 8, 10]; интернет-ресурсы; отраслевые журналы; конспект лекций.

Раздел 5. Биотехнологические процессы в производстве продуктов животного происхождения

Молоко и молочные продукты: состав, свойства, роль в питании человека. Характеристика молока отдельных видов животных, использование для промышленной переработки. Биотехнологические процессы при производстве отдельных групп молочных продуктов. Биотехнология заквасок. Биотехнологический потенциал мясного и рыбного сырья. Использование микроорганизмов в производстве мясопродуктов. Применение ферментных препаратов протеолитического действия для обработки мясного сырья. Виды ферментов; требования, предъявляемые к ним. Биотехнологические процессы в комплексной переработке сырья животного происхождения

Самостоятельная работа студентов – 9,7 ч.

Работа с источниками [2, 3, 6, 8]; интернет-ресурсы; отраслевые журналы; конспект лекций.

Раздел 6. Биотехнологические основы переработки сырья растительного происхождения

Общая характеристика и классификация растительного сырья. Микробная биоконверсия. Биоконверсия с использованием ферментов. Биотехнология отдельных пищевых продуктов из растительного сырья.

Самостоятельная работа студентов – 9 ч.

Работа с источниками [1, 2, 3, 8]; интернет-ресурсы; отраслевые журналы; конспект лекций.

Раздел 7. Основы информационной культуры Библиография

Современный информационный поиск. Правила библиографического описания и организация библиотечных каталогов и библиографических картотек. Библиотека Университета ИТМО.

Самостоятельная работа студентов – 8 ч.

Работа с источниками [4]; интернет-ресурсы; конспект лекций.

Самостоятельная работа студентов – подготовка к экзамену – 15,3 ч.

ПРАКТИЧЕСКИЕ И СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЙ

Раздел 2. Биотехнология как наука

Термин «биотехнология» возник в начале 70-х годов XX в. и до сих пор единого определения как среди ученых, так и среди специалистов не имеет.

В традиционном, классическом, понимании **биотехнология** – это наука о методах и технологиях производства различных ценных веществ и продуктов с использованием природных биологических объектов (микроорганизмов, растительных и животных клеток), частей клеток (клеточных мембран, рибосом, митохондрий, хлоропластов) и процессов.

Возникновение и развитие биотехнологии базируется, прежде всего, на использовании микроорганизмов. Известно, что биотехнологические процессы использовались в глубокой древности. Так, например, древние шумеры владели искусством пивоварения 6000 лет назад; чуть позже древние египтяне научились выпекать хлеб, варить сыр; очень давним считается применение процесса ферментации для продления срока годности молока, т. е. получение кисломолочных продуктов. Специалисты считают, что это произошло во времена начала одомашнивания животных, т. е. примерно, 10–15 тыс. лет назад. Аборигены Мексики издавна заворачивали мясо перед варкой или жарением в листья дынного дерева. Под воздействием протеолитического фермента папаина мясо становилось более мягким.

Современное техническое использование живых клеток связано с изучением методов получения полезных для человека веществ и продуктов в управляемых реакциях.

Биотехнология как наука возникла на стыке биологических, химических и технических наук. Наукой она стала благодаря исследованиям и работам французского ученого, основоположника современной микробиологии и иммунологии Луи Пастера (1822–1895).

Голландский ученый Е. Хаувинк (1984) историю биотехнологии условно разделил на пять периодов.

1. Допаستيرовская эра (до 1865).

Биотехнология, связанная с процессами брожения: получение пива, вина, сыра, хлеба. Опыт получения ферментированных продуктов передавался человеком из поколения в поколение на протяжении

тысячелетий, хотя о причинах брожения и о том, как оно осуществляется, ему еще ничего не было известно. Только в XIX в. французский ученый Луи Пастер указал на специфическое воздействие микроорганизмов на субстрат, что послужило основой для изучения физиологии микробов. Он доказал, что представители микромира отличаются не только внешним видом, но и особенностями обмена веществ. Тем самым он заложил основы сознательного управления технологическими процессами, в которых микроорганизмы играют ведущую роль. Луи Пастер положил начало технической микробиологии и по праву считается одним из отцов современной биотехнологии, в том числе пищевой.

2. Послепастеровская эра (1866–1940).

В этот период было раскрыто многообразие форм жизни в микромире и вместе с тем отмечено биохимическое единство этого многообразия, что способствовало промышленному использованию микроорганизмов во второй половине XX в. Освоение новых биологических методов определило развитие биохимии, вирусологии, генетики, цитологии, биофизики и других наук. Налажено производство этанола, бутанола, ацетона, глицерола, органических кислот и вакцин. Освоено производство кормовых дрожжей из углеводов с использованием микроорганизмов, разработана аэробная очистка канализационных вод.

3. Эра антибиотиков (1941–1960).

Период ознаменован получением англичанами Х. Флори и Э. Чейном (Оксфордский университет) очищенного от примесей желтого порошка пенициллина и началом интенсивной работы по поиску активных продуцентов антибиотиков и созданию технологических схем крупномасштабного производства.

Наряду с этим уже в эти годы не менее существенную роль сыграло использование клеток животных и растений, например выращивание вируса полимиэлита для производства вакцины в культурах клеток млекопитающих (с начала 50-х гг. XX в.), использование культур клеток человека для выделения и выращивания ряда других вирусов, при производстве высоко специфических белков (антител и интерферонов), в исследованиях рака и в противовирусной химиотерапии.

В 1960 г. разработан метод ферментативного получения протопластов, слияние которых, минуя половое размножение, позволяет получать разнообразные гибриды.

В этот период биотехнология осваивает микробиологическую трансформацию гибридов. Учеными разных стран накоплен огромный практический материал, позволяющий глубже проникнуть в структуру клетки, установлено наличие мутантов и мутаций среди бактерий (С. Э. Лурия и М. Дельбрук, 1943 г.). Этот год является годом становления генетики бактерий зарождения, а впоследствии – развития генной инженерии.

Начиная с 30-х гг. XX в. в Советском Союзе активно работают научные школы академиков Н.П. Дубинина, С.И. Алиханяна, И.А. Раппопорта, Ю.А. Овчинникова, К.Г. Скрябина, Е.Д. Свердлова, И. Г. Атабекова, В.Г. Дебабова, Г.К.Скрябина и других, исследующие вопросы генетики популяций, эволюционной, радиационной и космической генетики, генетические основы селекции, различные аспекты химического мутагенеза и его применение для изучения строения гена, а также в области селекции сельскохозяйственных культур и промышленных микроорганизмов.

4. Эра управляемого биосинтеза (1961–1975).

Освоено производство аминокислот посредством микробных мутантов (этот способ имеет наибольшее значение среди возможных способов их получения). Лидирующее положение в мире по производству продуктов микробного синтеза занимает к этому времени Япония. В Советском Союзе была создана микробиологическая индустрия под руководством В. А. Быкова, производилось свыше 1 млн т микробного белка, что позволяло выпускать полноценные сбалансированные корма для выращивания птицы и скота.

Микробный синтез позволил исключить такие недостатки химического синтеза аминокислот, как сложность применяемой аппаратуры, многостадийность процесса, образование рацемических форм аминокислот.

Важным достижением биотехнологии в этот период было получение чистых ферментов, промышленное использование иммобилизованных ферментов и клеток.

Впервые с помощью биотехнологии был получен биогаз, налажено производство бактериальных полисахаридов.

5. Эра новой биотехнологии (после 1975).

Новая эра биотехнологии отсчитывает свое время с открытия Д. Уотсоном и Ф. Криком строения молекулы ДНК (1953). Только после этого началось использование генной и клеточной инженерии для получения агентов биосинтеза. Главными объектами исследований становятся живая клетка и молекула ДНК. В 1988 г. был разработан метод полимеразной цепной реакции (ПЦР). Работы с рекомбинантными молекулами ДНК позволили создать бактериальные штаммы-продуценты всех типов интерферонов, продуценты гормона роста человека и ряда животных, проинсулина человека и т. д. Учеными различных стран созданы искусственные генетические структуры, запрограммированные на конкретные признаки. Важнейшим достижением биотехнологии является генетическая трансформация, перенос чужеродных донорских генов в клетки-реципиенты микроорганизмов, растений и животных, получение трансгенных организмов с новыми или усиленными свойствами и признаками.

Не менее важное направление, сформировавшееся в эти годы, – получение гибридов, моноклональных антител, гибридов из протопластов и меристемных культур, трансплантация эмбрионов. Интенсивно развивается направление иммобилизации ферментов и клеток на специальных носителях, что обеспечивает их многократное использование.

Метод слияния (фузия) клеток открыл возможность слить воедино даже совершенно различные микроорганизмы, включая клетки растений, животных и человека, создав перспективу для получения самой разной комбинации генов «родительских» пар.

С помощью методов генной инженерии удалось создать ряд трансгенных растений (кукуруза, соя, сорго, рис, подсолнечник) и др. Трансгенные культуры по сравнению с обычными дают более высокий и стабильный урожай. Выделение и внедрение генов карликовости обеспечило стремительное распространение по всему миру короткостебельных неполегающих сортов злаков, способных давать урожай зерна до 100 т/га.

Разработка методов генетической и клеточной инженерии поставили биотехнологию на новый уровень, качественно отличающийся от прежнего возможностью сознательно управлять клеточными процессами. Эти методы открывают возможность не только улуч-

шения продуктов и уже освоенных процессов, но и дают оригинальные способы получения новых, ранее недоступных веществ.

Таким образом, появление и активное развитие таких важнейших областей биотехнологии, как генетическая (или генная) и клеточная инженерия, положили начало «новой», или «новейшей», биотехнологии, в отличие от «традиционной» биотехнологии, основанной на традиционных микробиологических процессах.

Новейшая биотехнология – это наука о генно-инженерных и клеточных методах и технологиях создания и использования генетически модифицированных растений, животных и микроорганизмов в целях интенсификации производства и получения новых, а также традиционных видов продуктов различного назначения.

Как и любая наука, биотехнология базируется на определенных объектах и методах. Объектами биотехнологии являются микроорганизмы (грибы, простейшие, бактерии, вирусы), клетки растений, животных и человека, а также биологически активные вещества специального назначения (ферменты, гормоны).

В биотехнологии используются как *общие*, так и *специфические методы*.

К специфическим относятся: глубинное культивирование биообъектов в периодическом, полунепрерывном или непрерывном режимах; выращивание клеток растительных и животных тканей в особых условиях. Например, выращивание бактерий и грибов в специальных ферментерах для получения антибиотиков, ферментов, органических кислот, некоторых витаминов; выращивание клеток человека для получения белка интерферона.

Другие методы, используемые в биотехнологии, являются общими с методами микробиологии, биохимии, биоинженерии, органической химии и др.

Особо следует выделить методы клеточной и генной инженерии, когда в экспериментальных условиях удается создавать клетки с заведомо известными свойствами. Эти методы легли в основу современной биотехнологии.

Биотехнология как наука объединяет достижения человечества в различных областях знаний и развивается по четырем основным направлениям: *микробная биотехнология (промышленная микробиология)*, *инженерная энзимология*, *генная инженерия и клеточная инженерия*.

Раздел *микробной биотехнологии* является основным, берет свое начало с середины XX в. и связан с именем Луи Пастера, доказавшим, что представители микромира различаются не только по внешнему виду, но и особенностям обмена веществ. Это послужило основой для развития микробной биотехнологии, изучающей распространенные в природе микроорганизмы с точки зрения использования их в народном хозяйстве. Развитие этого раздела биотехнологии тесно связано с процессами производства различных пищевых продуктов (вино, хлеб, молочные продукты и т. п.).

Техническая, или промышленная, микробиология изучает микроорганизмы, используемые в производственных процессах для получения различных практически важных веществ: пищевых продуктов, этанола, глицерина, ацетона, органических кислот и др. Частью технической микробиологии является пищевая микробиология, изучающая способы получения пищевых продуктов с использованием микроорганизмов. К настоящему времени выделились специальные разделы пищевой микробиологии: микробиология дрожжевого и хлебопекарного производства, пивоваренного производства, консервного производства, молока и молочных продуктов, уксуса, мясных и рыбных продуктов, маргарина и т. д.

Инженерная энзимология – наука, разрабатывающая методы создания высокоэффективных ферментов для промышленного использования. Ферменты являются универсальными белками-катализаторами, с помощью которых осуществляются все процессы в живой клетке.

Инженерная энзимология применяет на практике теоретические основы таких наук, как биохимия, физическая химия и др., изучающих структуру, свойства, функции и механизм действия ферментов. Усилиями инженерной энзимологии решается ряд важных народнохозяйственных задач: создание новых продуктов и улучшение их качества, использование нетрадиционных видов сырья, разработка безотходных технологий. Весьма перспективным является применение иммобилизованных (неподвижно закрепленных на синтетических полимерах, полисахаридах и других носителях-матрицах) ферментов. Ферменты широко используются в пищевых технологиях: участвуют в формировании вкуса, аромата, консистенции продукта, способствуя интенсификации и определенной направленности технологических процессов, модификации компонентов

пищевых систем, стабилизации при хранении, обеспечению биологической безопасности.

Цель *генной инженерии* как раздела биотехнологии заключается в направленном создании организмов с заданными свойствами на основании изменения (рекомбинации) их генотипа. Основной потребитель результатов данного раздела – здравоохранение. Это создание новых вакцин, получение таких препаратов, как интерферон и инсулин. Используется генная инженерия и в производстве пищевых продуктов, в основном за счет создания трансгенных растений и животных. С помощью генной инженерии созданы породы животных, устойчивых к вирусным заболеваниям, а также животных с полезными для человека признаками. Успешное развитие методов генной инженерии открывает широкие возможности для создания новых ценных сортов сельскохозяйственных растений, устойчивых к различным заболеваниям и неблагоприятным факторам внешней среды. С помощью генной инженерии можно увеличить содержание полезных веществ и витаминов, придать растениям лечебные свойства.

Объектом исследования *клеточной инженерии* являются культуры клеток (высших животных или растительных организмов), полученные культивированием на различных средах отдельных из организмов клеток, или микроорганизмы, полученные методом генной инженерии.

Метод клеточной инженерии позволяет значительно ускорить селекционный процесс при выведении новых сортов хлебных злаков и других ценных сельскохозяйственных культур; получать гибриды, которые не могут быть созданы обычным путем скрещивания из-за барьера межвидовой несовместимости.

Большие успехи достигнуты клеточной инженерией в области иммунологии. Разработаны методы получения особых гибридных клеток, производящих индивидуальные, или моноклональные, антитела. Это позволило создать высокочувствительные средства диагностики ряда тяжелых заболеваний человека, животных и растений.

Основными направлениями биотехнологии являются медицинское (фармацевтическая, иммунная); сельскохозяйственное (ветеринарная, растениеводство); промышленное (пищевая, легкая, химическая промышленность, энергетика); экологическое (очистка сточных вод, переработка отходов и др.).

Следует отметить, что в настоящее время отдельной ветвью выделилась *пищевая биотехнология*, основанная на достижениях химии пищи, физиологии, медико-биологических и гигиенических основ питания.

Биотехнологические процессы весьма разнообразны; однако можно проследить общие для различных процессов стадии, на каждой из которых сырье претерпевает определенные технологические воздействия и последовательно превращается во все более сложные полупродукты и, наконец, в конечный продукт.

В классическом варианте изучаемый процесс состоит из *подготовительной, биотехнологической и заключительной* стадий.

На начальной, *подготовительной*, стадии осуществляется приготовление необходимого для биотехнологической стадии сырья с заданными свойствами (приготовление и стерилизация среды, подготовка и стерилизация воздуха, подготовка посевного материала, подготовка биокатализатора).

На основной, *биотехнологической*, стадии с помощью тех или иных биообъектов происходит преобразование исходного сырья в желаемый продукт. Данный этап включает в себя синтез новых органических соединений, а также следующие процессы: биотрансформацию, ферментацию, биокатализ, биоокисление, метановое брожение, биокомпостирование, бактериальное выщелачивание, биосорбцию, биodeградацию.

На последней, *заключительной*, стадии биотехнологического процесса осуществляется выделение целевого продукта, который может находиться в виде биомассы или жидкости, с помощью отстаивания, фильтрации (в том числе микро- и ультрафильтрации), сепарирования/центрифугирования и др. В случае необходимости удалить ненужные примеси после выделения целевого продукта следует этап очистки, который реализуется на основе хроматографии, диализа, кристаллизации, а также ректификации, ферментолиза, обратного осмоса и др. В целях повышения выхода целевого продукта применяют его концентрирование (например, выпариванием, сушкой, нано- и гиперфильтрацией).

Занятие № 1 (семинар)

Характеристика основных объектов биотехнологии

Цель занятия – ознакомиться с классификацией объектов биотехнологии и дать характеристику основных представителей.

Форма проведения занятий – заслушивание докладов студентов с представлением презентации по теме доклада.

Отрабатываемые вопросы:

1. Классификация объектов биотехнологии.
2. Характеристика основных объектов биотехнологии:
 - вирусы;
 - бактерии;
 - водоросли;
 - лишайники;
 - грибы;
 - водные растения;
 - культуры клеток животного происхождения;
 - тотипотентные растительные клетки
 - ферменты.

Задание и рекомендации: на основании изучения материала студенту необходимо подготовить доклад и презентацию по одному из предложенных вопросов и сделать сообщение на занятии.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение традиционной и новейшей биотехнологии.
2. Охарактеризуйте место и роль биотехнологии как науки, связь ее с другими науками.
3. Какие основные периоды можно выделить в развитии биотехнологии?
4. Охарактеризуйте допастеровский этап в развитии науки.
5. Каковы основные открытия и разработки послепастеровской эры в биотехнологии?
6. Каково значение эры антибиотиков в развитии и становлении биотехнологии?
7. Перечислите основные открытия «Эры управляемого биосинтеза».

8. Каковы основные достижения биотехнологии на современном этапе?

9. Охарактеризуйте перспективы развития биотехнологии в настоящее время?

10. Назовите основные объекты биотехнологии.

11. На каких методах базируется наука биотехнология?

12. Назовите основные составные части биотехнологии и дайте их краткую характеристику.

13. Какие стадии характерны для всех биотехнологических процессов? Укажите назначение каждой и дайте краткую характеристику.

Раздел 3. Применение биотехнологических процессов в различных отраслях промышленности

В настоящее время достижения биотехнологии перспективны в следующих отраслях:

– в промышленности (пищевая, фармацевтическая, химическая, нефтегазовая) – использование биосинтеза и биотрансформации новых веществ на основе сконструированных методами генной инженерии штаммов бактерий и дрожжей с заданными свойствами на основе микробиологического синтеза;

– в экологии – повышение эффективности экологизированной защиты растений, разработка экологически безопасных технологий очистки сточных вод, утилизация отходов агропромышленного комплекса, конструирование экосистем;

– в энергетике – применение новых источников биоэнергии, полученных на основе микробиологического синтеза и моделированных фотосинтетических процессов, биоконверсии биомассы в биогаз;

– в сельском хозяйстве – разработка в области растениеводства трансгенных агрокультур, биологических средств защиты растений, бактериальных удобрений, микробиологических методов рекультивации почв;

– в области животноводства – создание эффективных кормовых препаратов из растительной, микробной биомассы и отходов сельского хозяйства, репродукция животных на основе эмбриогенетических методов;

– в медицине – разработка медицинских биопрепаратов, моноклональных антител, диагностикумов, вакцин, развитие иммунобиотехнологии в направлении повышения чувствительности и специфичности иммуноанализа заболеваний инфекционной и неинфекционной природы.

С развитием биотехнологии стало возможным получение целого ряда полезных для человека веществ с применением биотехнологических процессов. В первую очередь это относится к производству первичных и вторичных метаболитов. Первичные метаболиты – это низкомолекулярные соединения (молекулярная масса менее 1500 дальтон), необходимые для роста микробов; одни из них являются строительными блоками макромолекул, другие участвуют в синтезе коферментов. Среди наиболее важных для промышленности метаболитов можно выделить аминокислоты, органические кислоты, пуриновые и пиримидиновые нуклеотиды, витамины и др. Вторичные метаболиты – это низкомолекулярные соединения, образующиеся на более поздних стадиях развития культуры, не требующиеся для роста микроорганизмов. По химическому строению вторичные метаболиты относятся к различным группам соединений. К ним относят антибиотики, алкалоиды, гормоны роста растений, токсины и пигменты.

Среди соединений, получаемых биотехнологическими методами, аминокислоты занимают первое место по объему производства и второе место по стоимости, уступая по последнему параметру лишь антибиотикам. Объем мирового производства аминокислот составляет более 500 тыс. т в год, из которых 300 тыс. т приходится на глутамат натрия, 100 тыс. т – на лизин и 140 тыс. т – на метионин. Однако указанный объем – лишь небольшая доля от требуемого количества аминокислот. По данным ВОЗ, потребность человечества всего лишь в четырех незаменимых аминокислотах составляет: для лизина – 5 млн т, метионина – 4 млн т, треонина – 3,7 млн т и триптофана – 2 млн т.

Химический синтез аминокислот достаточно эффективен, однако его недостатком является то, что в процессе синтеза образуется смесь из биологически активной L-формы и D-изомера аминокислоты. D-форма является балластом, так как не усваивается животными и человеком, а некоторые D-формы аминокислот обладают токсическими свойствами. Разделение изомеров – дорогая и трудо-

емкая процедура. Синтетически производится незаменимая аминокислота метионин. В настоящее время большую часть аминокислот производят с помощью микробного синтеза, причем микроорганизмы синтезируют только L-форму. Это значительно облегчает выделение и очистку аминокислот и позволяет получать препараты с низкой себестоимостью. Микроорганизмы, образующие аминокислоты, не накапливают их в клетке, а постоянно выделяют в питательную среду. Поэтому аминокислоты выделяют из фильтрата культуральной жидкости.

Получение органических кислот с помощью микроорганизмов началось в 20–30 гг. XX в. Пищевые кислоты (к ним относят лимонную, молочную, уксусную и винную, иногда к ним причисляют яблочную и глутаминовую) до этого выделяли в ограниченном количестве из естественных источников. Лимонную кислоту – из сока лимонов, винную – из винного камня (отхода винодельческого производства).

Современное производство органических кислот основано на использовании в качестве продуцентов различных штаммов плесневых грибов, чаще всего рода *Aspergillus*. С помощью микроорганизмов возможно получение более 50 различных органических кислот, в том числе лимонной, уксусной, итаконовой, глюконовой (аэробной ферментацией), молочной и пропионовой (анаэробным способом).

С помощью микроорганизмов можно получать липиды. Продуктируемые микроорганизмами липиды накапливаются внутри клетки в виде запасных гранул. Производство липидов с помощью микроорганизмов возможно по двум направлениям: специализированное производство, основанное на направленном биосинтезе липидов микробной клеткой, и получение отхода производства в виде микробного жира при производстве кормовых дрожжей.

В производстве, где главным, целевым продуктом являются микробные липиды, в качестве продуцентов используют дрожжи родов *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Lypomyces*, *Candida*. Микроорганизмы выращиваются при минимальном азотистом питании. В этом случае они накапливают значительные количества (от 35 до 55 % от сухой массы клетки) липидов, состав которых зависит от используемого источника углерода. В липидную фракцию входят фосфолипиды, стерины, свободные жирные кислоты, моно-, ди-

и триглицериды, стероидные эфиры и воски. Липиды извлекают экстракцией, а оставшуюся биомассу используют как белковую добавку в корма животных.

Источником получения липидов может быть биомасса дрожжей (в основном рода *Candida*), накапливаемая при производстве белковых веществ, но содержащая повышенное количество жиров, которые извлекают экстракцией растворителями.

В настоящее время значительное количество растительных и животных жиров расходуется на технические нужды. Замена пищевых жиров микробными дает заметный экономический эффект.

С помощью микробного синтеза в настоящее время получают такие витамины, как B_{12} , B_2 , каротиноиды, витамин D и другие. Синтезировать витамин B_{12} способны уксуснокислые бактерии, грибы и пропионовокислые бактерии. Наибольшее промышленное значение имеют *Propionibacterium* и *Pseudomonas (P. denitrificans)*.

Концентрат витамина B_{12} предназначен для обогащения кормов животных. Для обогащения кисломолочных продуктов витамином B_{12} используют пропионовокислые бактерии как в чистом виде, так и в виде концентрата, приготовленного на молочной сыворотке.

Витамин B_2 (рибофлавин) можно в небольших количествах выделять из природного сырья. В наибольшем количестве он содержится в моркови и печени трески. Из 1 т моркови получают 1 г витамина, из 1 т печени – 6 г. Продуцентами данного витамина являются дрожжи, мицелиальные грибы и бактерии. Наиболее активными продуцентами витамина B_2 являются дрожжеподобные грибы рода *Eremothecium* (эремофекиум), входящие в класс аскомицетов.

Витамин B_2 обогащают некоторые сорта белого хлеба, его используют для окраски пищевых продуктов в оранжево-желтый цвет.

Каротиноиды – это предшественники витамина A, среди которых наиболее активен β -каротин. В организме человека каротиноиды не синтезируются, поэтому должны поступать извне. В печени каротин превращается в витамин A. Продуцентами каротиноидов могут быть грибы и дрожжи. В промышленности β -каротин чаще всего получают с помощью микроскопического гриба рода *Blakeslea* (блакеслеа).

β -каротин используют при изготовлении пищевых продуктов как краситель. Его применяют при изготовлении колбас с целью замены нитрита натрия и обеспечения высокой интенсивности

и устойчивости цвета. Используют при производстве леденцов, пищевых паст, кексов и других кондитерских изделий. Во многих странах β -каротин применяют для подкрашивания сливочного масла. Нагревают до 30 °С, добавляют β -каротин, который при такой температуре хорошо растворяется в масле. В Италии каротиноиды используют в производстве макаронных изделий.

β -каротин применяется для стабилизации цвета мяса охлажденного и замороженного в тушах. С этой целью раствор β -каротина наносят на поверхность мяса.

Кроме того, β -каротин обладает антиокислительными свойствами, которые используются для продления срока хранения продукта.

Таким образом, витамины, синтезированные микроорганизмами, используют не только для повышения пищевой ценности продуктов питания, но также в качестве антиоксидантов, красителей и стабилизаторов цвета.

К числу антибиотиков относятся важнейшие противомикробные и противоопухолевые препараты. В мире ежегодно производится антибиотиков почти на 20 млрд долларов. Открытие антибиотиков произвело переворот в лечении инфекционных заболеваний. Антибиотики применяют в ряде отраслей народного хозяйства (растениеводство, животноводство, ветеринария, пищевая промышленность и др.), где они используются более широко, чем в медицине. Организация крупномасштабного производства антибиотиков сыграла решающую роль в становлении промышленной биотехнологии.

Способность клеток микроорганизмов к сложнейшим процессам биотрансформации наиболее полно реализовалась при получении промышленно важных стероидов.

Ферменты занимают третье место после аминокислот и антибиотиков по объему производства. Они способны сохранять свои уникальные свойства (эффективность, специфичность действия) вне клеток, поэтому их традиционно широко применяют в практике. Применение ферментов в промышленности выгодно с экономической и экологической точек зрения, поскольку они нетоксичны, работают в мягких условиях, используют доступное сырье (в том числе и отходы).

В настоящее время в промышленности используется около 30 наименований. Основная часть ферментов, поступающих на мировой рынок, приходится на долю гидролаз, из которых 60 % состав-

ляют пептидогидролазы (в основном щелочные и нейтральные протеазы), использующиеся в качестве детергентов в производстве синтетических моющих средств, а 30 % – гликозидазы, применяющиеся в производстве кондитерских изделий, фруктовых и овощных соков. Ферменты применяются в текстильной, кожевенной, целлюлозно-бумажной, медицинской, химической промышленности. Однако, по прогнозам ученых, основным потребителем ферментов в ближайшем будущем останется пищевая промышленность, причем, главное место среди этих ферментов занимают глюкоизомераза и глюкоамилаза.

Ферменты широко используют в медицине, например в заместительной терапии в составе лечебных препаратов. Протеолитические ферменты, амилазу и липазу применяют при заболеваниях желудочно-кишечного тракта и печени, для растворения тромбов в кровеносных сосудах; глутаматтрансферазу – для блокировки отторжения органов при их пересадке и т. д. В последние годы накопились данные по эффективности применения протеиназ в энзимотерапии злокачественных новообразований.

Таким образом, производство ферментных препаратов занимает одно из ведущих мест в современной биотехнологии и относится к тем ее отраслям, объем продукции которых постоянно растет, а сфера применения неуклонно расширяется.

Применение биотехнологических методов в фармацевтической промышленности охватывает разработку вакцин, синтез гормонов, ферментов, интерферонов, антибиотиков, аминокислот, витаминов, алкалоидов, полисахаридов и других биологически активных веществ (БАВ).

Биотехнология в растениеводстве связана в первую очередь с применением генно-инженерных методов, позволяющих создавать новые генотипы, а следовательно, и новые формы растений гораздо быстрее, чем классические методы селекции. При этом, благодаря введению определенных генов, появляется возможность целенаправленного изменения генотипа – трансформации.

Решение проблемы выращивания сельскохозяйственных растений определяется перспективой ввода в них генов устойчивости к стрессовым факторам, фитопатогенам, гербицидам и пестицидам, генов скороспелости, а также с расширением круга культурных растений, способных к симбиотической фиксации азота и т. д.

Немаловажная роль отводится в современном обществе экологической биотехнологии, которая основана на использовании живых микроорганизмов при переработке бытовых и промышленных отходов, очистке сточных вод, в борьбе с загрязнениями окружающей среды.

Применение биотехнологических методов для решения экологических проблем более эффективно по сравнению с традиционными подходами.

Занятие № 2 (семинар)

Экологические аспекты биотехнологии

Цель занятия – получить представление о роли и практическом применении биотехнологических процессов в обеспечении безопасности окружающей среды.

Форма проведения занятий – заслушивание докладов студентов с презентацией.

Отрабатываемые вопросы:

1. Понятие экологической биотехнологии. Характеристика основных групп ксенобиотиков, пути загрязнения окружающей среды.

2. Способы получения экологически чистой энергии. Биогаз. Биотэтанол.

3. Применение биотехнологических процессов для очистки промышленных и бытовых сточных вод.

4. Биоремедиация (биовосстановление) загрязненных земель.

Задание: рассмотреть аспекты экологической биотехнологии; изучить вопросы, касающиеся загрязнения окружающей среды, очистки сточных вод и почвы с применением биотехнологических процессов, способов получения экологически чистой энергии. Подготовить сообщение и презентацию для выступления на семинарском занятии.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение первичных метаболитов. Назовите наиболее важные для промышленности группы этих соединений.

2. Какие соединения относят ко вторичным метаболитам? Приведите примеры.
3. В чем заключаются преимущества получения аминокислот биотехнологическим методом?
4. Перечислите основные органические кислоты. На чем основано их современное производство?
5. В чем суть получения микробных липидов?
6. Перечислите микроорганизмы, которые используются в качестве продуцентов β -каротина, витаминов В₂, В₁₂.
7. Каковы сферы применения ферментов?
8. Назовите пути использования биотехнологии в растениеводстве.
9. Какие способы получения экологически чистой энергии Вы знаете?
10. Что такое биоремедиация? В каких случаях ее необходимо применять? Каковы ее преимущества?

Раздел 4. Теоретические основы пищевой биотехнологии процессов

Роль биотехнологии в пищевой промышленности трудно переоценить. Свидетельством тому итоги работы отечественных научных школ и ученых: В. А. Тутельяна, В. М. Поздняковского, А. Г. Храмова, И. А. Рогова, А. Б. Лисицына, Л. В. Антиповой, А. И. Жаринова, В. М. Кантере, М. В. Гернет, Л. А. Ивановой, Л. В. Римаревой и др.

В современной пищевой биотехнологии выделяют два направления: применение веществ и соединений, полученных биотехнологическим способом (например, органических кислот, аминокислот, витаминов), и интенсификация биотехнологических процессов в производстве пищевых продуктов.

В настоящее время в пищевой промышленности широко используется продукция, полученная биотехнологическим способом. Расширяется область применения пищевых добавок, в том числе полученных с помощью микробных клеток: органических кислот, ферментных препаратов, подсластителей, ароматизаторов, загустителей и т. д. На продовольственном рынке растет ассортимент функциональных пищевых продуктов. Для их производства применяют вита-

мины, аминокислоты и другие соединения, полученные биотехнологическим способом.

Следует отметить, что большинство технологических процессов пищевой биотехнологии базируются на культивировании микроорганизмов и применении различных ферментов.

Кинетика роста микроорганизмов включает следующие стадии:

– лаг-фазу, когда происходит приспособление культуры к условиям обитания;

– фазу ускоренного роста, которая характеризуется началом деления клеток, увеличением общей массы популяции и постоянным увеличением скорости роста культуры (обычно она непродолжительна);

– логарифмическую, или экспоненциальную, фазу роста (лог-фазу), когда отмечается максимальная скорость роста культуры, интервалы между появлением предыдущего и последующего поколений постоянны. Логарифм числа клеток линейно зависит от времени;

– фазу замедления, или уменьшения, скорости роста; в этот период вследствие интенсивного роста и размножения культуры запас необходимых питательных веществ в среде уменьшается. Кроме того, в среде накапливаются продукты метаболизма, которые в определенной концентрации могут мешать нормальному протеканию биохимических процессов обмена веществ. Скорость роста снижается, уменьшается число делений клеток;

– стационарную фазу (фазу линейного роста), на которой масса и количество всех живых клеток достигает максимума. Количество вновь образовавшихся клеток на этом этапе равно количеству клеток, отмерших и автолизированных (разрушенных клеточными ферментами);

– фазу ускорения отмирания; наступает, когда равновесие нарушается и количество отмерших клеток превышает прирост;

– фазу отмирания, которой завершается цикл роста и развития популяции в замкнутом объеме. Она характеризуется отмиранием и автолизом микроорганизмов; биомасса клеток значительно уменьшается, так как запасные вещества клетки исчерпываются.

Для культивирования микроорганизмов необходима питательная среда, которая обеспечивает жизнедеятельность, рост, развитие биообъекта, эффективный синтез целевого продукта. В состав питательной среды входят такие компоненты, как вода, соединения углерода, азота, фосфора и других минеральных веществ, витамины.

Сырье, используемое для получения целевого продукта, должно быть доступным и недорогим. Наиболее часто в качестве компонентов питательных сред используются отходы пищевых производств:

– свекловичная меласса – отход производства сахара из свеклы; богата органическими и минеральными веществами, необходимыми для развития микроорганизмов. Она содержит 45–60 % сахара; 0,25–2,0 % инвертного сахара; 0,2–3,0 % раффинозы. Кроме того, в мелассе содержатся аминокислоты, органические кислоты и их соли, бетаин, минеральные вещества, а также некоторые витамины. Используется для промышленного производства лимонной кислоты, этанола и других продуктов;

– мелассная барда – отход мелассно-спиртового производства. По своему химическому составу мелассная барда является полноценным сырьем для производства кормовых дрожжей, не требующим добавок ростовых веществ, так как содержит достаточное количество витаминов. Содержание сухих веществ в натуральной барде составляет 8–12 %, в упаренной барде – 53 %;

– зерно-картофельная барда – отход спиртового производства. Содержание растворимых сухих веществ обычно составляет 2,5–3,0 %, в том числе 0,2–0,5 % редуцирующих веществ; имеются источники азота и микроэлементы. Применяется для получения микробного белка;

– отходы пивоварения (пивная дробина и солодовые ростки);

– пшеничные отруби – отход мукомольного производства, используется для приготовления питательных сред при твердофазном способе культивирования. Имеют богатый химический состав и могут использоваться в качестве единственного компонента питательной среды. Так как пшеничные отруби являются дорогим продуктом, их смешивают с более дешевыми компонентами: древесными опилками, солодовыми ростками, фруктовыми выжимками и т. д.;

– молочная сыворотка – побочный продукт производства сыров, творога и казеина. В связи с этим различают подсырную, творожную и казеиновую сыворотку. Молочная сыворотка очень богата различными биологически активными соединениями; ее сухой остаток содержит в среднем 70–80 % лактозы, 7–15 % белковых веществ, 2–8 % жира, 8–10 % минеральных солей. Кроме того, молочная сыворотка имеет в своем составе значительное количество гормонов, органических кислот, витаминов и микроэлементов.

Существует множество способов культивирования микроорганизмов, которые различаются по ряду факторов

- по содержанию кислорода – аэробные и анаэробные;
- по количеству ферментеров – одно-, дву- и многостадийные;
- по наличию или отсутствию перемешивания – динамические и статические;
- по состоянию питательной среды – поверхностные и глубинные.

При поверхностном культивировании посевной материал высевают на поверхность питательной среды, распределенной небольшим слоем (около 10 см) в металлических кюветах.

При глубинном культивировании погружение клеток микроорганизмов осуществляют за счет постоянного перемешивания в течение всего процесса ферментации. Глубинный способ является более выгодным для промышленности по сравнению с поверхностным способом, так как позволяет осуществлять полную механизацию и автоматизацию процесса, избегать инфицирования технологического процесса посторонней микрофлорой.

При периодическом способе культивирования стерильная питательная среда засеивается исходной культурой продуцента, и в этой же емкости микроорганизмы при определенных условиях проходят через все стадии роста и развития популяции. Когда процесс культивирования заканчивается, емкость для выращивания освобождают и цикл возобновляют, начиная от засева питательной среды исходной культурой продуцента. При таком способе культивирования (его можно назвать «закрытой» системой, когда хотя бы один из компонентов не может поступать в нее или выводиться из нее) скорость роста биомассы всегда должна стремиться к нулю либо из-за недостатка питательных веществ, либо из-за накопления в среде токсических метаболитов.

При непрерывном способе культивирования микроорганизмы постоянно получают приток свежей стерильной питательной среды, а из аппарата непрерывно отбирается биомасса вместе с образуемыми метаболитами (такой способ культивирования можно назвать «открытой» системой). При непрерывном культивировании микроорганизмы не должны испытывать недостатка в питательном субстрате, так как скорость его притока сбалансирована со скоростью выхода биомассы. Кроме того, культура не отравляется продуктами обмена

веществ, в этом заключается большое преимущество непрерывного способа культивирования по сравнению с периодическим, преимущество «открытой» системы по сравнению с «закрытой».

Для получения высоких концентраций биомассы используют одностадийные системы с возвратом клеток, в которых клетки, отделенные от культуральной жидкости с помощью насоса, возвращают обратно в ферментер. Возврат клеток (рециркуляция) имеет важное значение в тех процессах, в которых за время пребывания в ферментере клетки не успевают реализовать свои потенциальные возможности в отношении синтеза целевого продукта.

Многостадийные системы состоят из ряда последовательно соединенных ферментеров – батареи. Применение многостадийных систем позволяет получать культуру при любой скорости роста – от лаг-фазы до экспоненциальной и стационарной. Многостадийное культивирование применяется при получении молочной кислоты, этилового спирта.

Микроорганизмов, синтезирующих продукты или осуществляющих полезные для человека реакции, насчитывается несколько сотен видов. Микроорганизмы, широко используемые в производстве пищевых продуктов, относятся к четырем группам: бактерии, актиномицеты (грамположительные бактерии, не образующие спор), дрожжи и плесени.

На современном этапе развития биотехнологии развитие получила генетическая инженерия – направление исследований в молекулярной биологии и генетике. Конечной целью исследований является создание искусственных генетических программ, с помощью которых направленно конструируются молекулярные генетические системы вне организма и затем вводятся в живой организм. При этом основная задача – создание молекул ДНК посредством соединения фрагментов ДНК, которые в естественных условиях чаще не сочетаются благодаря межвидовым барьерам (рекомбинантные ДНК).

Растения, животные, микроорганизмы, полученные с помощью генно-инженерной биотехнологии, называются генетически измененными, а продукты их переработки – трансгенными пищевыми продуктами, или генетически модифицированными источниками (ГМИ). Генетическая инженерия возникла на стыке таких биологических дисциплин, как молекулярная генетика, энзимология, биохимия нуклеиновых кислот и др. Ее методы применяются в разных отраслях

народного хозяйства. Так, в растениеводстве технология рекомбинантных ДНК позволяет создавать новые формы растений гораздо быстрее, чем классические методы селекции. Кроме того, благодаря введению определенных генов появляется возможность целенаправленного изменения генотипа.

Трансгенные продукты, не имеющие отличий в составе и свойствах от традиционных продуктов-аналогов и не содержащие ДНК и белок, разрешено использовать без проведения исследований их безопасности как ГМИ-источников. Их относят к первому классу безопасности и считают безвредными для здоровья потребителей. К таким продуктам относятся: пищевые и ароматические добавки, рафинированные масла, модифицированные крахмалы, мальтодекстрин, сиропы глюкозы, декстрозы и другие. В то же время для продуктов, содержащих белки, требуется подтверждение отсутствия в их составе компонентов, полученных с помощью генно-инженерных методов.

Новые технологии получения трансгенных сельскохозяйственных животных и птицы направлены на повышение продуктивности и оптимизацию отдельных частей и тканей туши (тушек). Это оказывает положительное влияние на качество и физико-химические показатели мяса, его технологичность и промышленную пригодность, особенно в условиях дефицита отечественного мясного сырья. Возможности генной инженерии позволяют менять структуру и цвет мышечной ткани, ее рН, жесткость, влагоудерживающую способность, степень и характер жирности (мраморность), а также консистенцию, вкусовые и ароматические свойства мяса после технологической переработки. Кроме того, с помощью генной инженерии можно повысить приспособляемость животных и птицы к вредным факторам окружающей среды, получить устойчивость к заболеваниям, направленно изменить наследственные признаки.

В области генной инженерии микроорганизмов бóльшая часть исследований направлена на отбор продуцентов ферментов, витаминов, антибиотиков, органических кислот и других полезных веществ.

Известны полученные с помощью генетически измененных бактерий ферменты, которые применяют при выпечке хлеба (мука при этом осветляется, а хлеб становится более пышным). В Германии получены трансгенные пектиназы для производства соков, причем показано, что в готовых соках и винах эти пектиназы отсутствуют.

Занятие № 3

Биотехнологические процессы в пищевой промышленности

Цель занятия – получить представление об использовании биотехнологических методов для получения микробного белка, ферментов, генетически модифицированных источников пищи.

Форма проведения занятий – заслушивание докладов студентов с презентацией, последующее обсуждение в форме дискуссии, формулирование выводов.

Отрабатываемые вопросы:

1. Производство микробного белка. Использование дрожжей и бактерий.
2. Получение ферментов методами биотехнологии. Пути использования в пищевой промышленности. Характеристика микроорганизмов-продуцентов.
3. Генетически модифицированные источники пищи: зло или благо?

Рекомендации и задания: изучить теоретический материал по указанным вопросам, проанализировать возможность использования микробного белка и генетически модифицированных источников в питании, подготовить презентацию и сообщение по одной из тем.

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите фазы роста микроорганизмов. Дайте характеристику каждой из них.
2. Каков состав питательных сред для культивирования микроорганизмов?
3. Какое сырье используется в качестве компонентов питательной среды?
4. По каким факторам классифицируются способы культивирования микроорганизмов?
5. В чем заключается периодический способ культивирования?
6. Как осуществляется непрерывное культивирование?
7. Какие микроорганизмы наиболее широко используются при производстве пищевых продуктов?
8. Какие продукты называют генетически модифицированными?

9. С какой целью используются методы генетической инженерии в растениеводстве, животноводстве, микробиологии?

10. Охарактеризуйте потенциальные опасности применения методов генетической инженерии.

Раздел 5. Биотехнологические процессы в производстве продуктов животного происхождения

Молочные и мясные продукты представляют наиболее обширные группы среди продуктов животного происхождения. По общепринятой классификации к этой категории продуктов относятся яичные и рыбные продукты, а также животные жиры.

Молоко и молочные продукты относятся к группе продуктов повседневного потребления и сопровождают человека в течение всей его жизни – с первых дней появления на свет до глубокой старости. Молочные продукты обладают полезными диетическими свойствами в силу особенностей состава и свойств сырья, из которого изготавливаются. Великий русский ученый академик И.П. Павлов назвал молоко «изумительной и наиболее совершенной пищей, приготовленной самой природой». Оно содержит все необходимые человеку питательные вещества, которые хорошо сбалансированы, усваиваются легко и полностью. Полноценные белки молока являются одним из основных его компонентов. Молочный жир легко усваивается организмом, так как присутствует в молоке в тонкодиспергированном виде (в виде мелких жировых шариков) и имеет низкую температуру плавления (28–30 °С). Лактоза, или молочный сахар, – углевод, содержащийся только в молоке. Она является источником для получения одного из наиболее известных пребиотиков – лактулозы, служит субстратом для микроорганизмов закваски при производстве кисломолочных продуктов, обладает свойством улучшать всасывание кальция.

Основным сырьем для промышленной переработки служит коровье молоко. Оно состоит из воды (87,3 %) и сухих веществ (12,7 %). Если из общих сухих веществ вычесть молочный жир, получим так называемый сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО) – показатель, который довольно часто используется в технологических расчетах. По величине СОМО (она не должна быть ниже 8 %) судят о натуральности молока.

Средний состав коровьего молока: липиды – 3,6 %; белки – 3,2 % (в том числе казеин – основной белок коровьего молока – 2,6 %, сывороточные белки – 0,6 %); углеводы – 4,8 %; минеральные вещества – 0,7 %.

В молоке содержатся также биологически активные вещества: витамины (А, С, бета-каротин, Р, В₁, В₂ и др.); ферменты; гормоны; пигменты и некоторое количество газов. Молочные продукты являются наиболее богатым источником кальция, суточная потребность в нем на 75–80 % удовлетворяется за счет молочных продуктов. В составе молочных продуктов кальций всасывается лучше, чем в составе других пищевых продуктов, так как находится в биоусвояемой форме. В настоящее время вырабатываются также продукты из козьего молока.

В соответствии с действующими нормативными документами продукты молочной промышленности по сырьевому признаку подразделяются на молочные, молочные составные и молокосодержащие продукты.

Молочным называется продукт, изготовливаемый из молока и (или) его составных частей *без использования не молочных жира и белка*, который может содержать функционально необходимые для переработки молока компоненты (например, закваску или сычужный фермент).

Молочный составной продукт – это пищевой продукт, изготовливаемый из молока и (или) молочных продуктов без добавления или с добавлением побочных продуктов переработки молока (например, пахты, сыворотки) и немолочных компонентов, которые *вводятся не в целях замены составных частей молока*. Такими немолочными компонентами могут быть: грибы; колбасные и мясные изделия; морепродукты; мед, овощи, орехи, фрукты; яйца; джемы, повидло, шоколад и другие кондитерские изделия; чай, кофе; ликер, ром; сахар, соль, специи; другие пищевые продукты; пищевые добавки; витамины; микро- и макроэлементы; белки, жиры, углеводы немолочного происхождения. При этом на составные части молока в составе продукта должно приходиться более 50 %, в мороженом и сладких продуктах переработки молока – более чем 40 %.

Молокосодержащий продукт – это пищевой продукт, изготовливаемый из молока, и (или) молочных продуктов, и (или) побочных продуктов переработки молока и немолочных компонентов

в соответствии с технологией, которой предусматривается замена молочного жира в количестве его массовой доли не более чем 50 % от жировой фазы исключительно заменителем молочного жира. *Допускается использование белка немолочного происхождения не в целях замены молочного белка.* Массовая доля сухих веществ молока в сухих веществах готового продукта должна быть не менее чем 20 %.

Молочная промышленность относится к числу отраслей, в которых наиболее широко используются биотехнологические процессы. Через молочные продукты, как наиболее потребляемые человеком, можно определенным образом влиять на состояние его здоровья. В первую очередь это относится к кисломолочным продуктам, которые содержат большое количество живых клеток полезных микроорганизмов. Интенсивное развитие биотехнологии открывает широкие перспективы для производства кисломолочных продуктов нового поколения.

Кисломолочные продукты получают путем сквашивания молока заквасками, в состав которых входят различные молочнокислые бактерии, иногда дрожжи, а для получения продуктов лечебно-профилактического назначения – бифидобактерии. Различные комбинации микроорганизмов закваски позволяют получать разнообразные продукты. Молоко предварительно подвергают тепловой обработке, целью которой является полное уничтожение патогенных (болезнетворных) микроорганизмов.

Кисломолочные продукты можно разделить на следующие группы: кисломолочные напитки, сметана, творог, творожные продукты. Для выработки кисломолочных продуктов используют также сухое, сгущенное молоко, пахту, сыворотку, плодово-ягодные и овощные наполнители, сахар-песок, пищевые ароматизаторы, подсластители и стабилизаторы структуры продукта.

В результате жизнедеятельности микроорганизмов закваски выделяются ферменты, под действием которых происходит сбраживание молочного сахара с образованием более простых соединений (молочной кислоты, спирта, диоксида углерода и пр.). По виду брожения кисломолочные продукты условно делятся на две группы: полученные в результате только молочнокислого брожения (простокваша, сметана, творог, и др.) и смешанного – молочнокислого и спиртового (кефир, кумыс). В результате биохимических процессов, протекающих при сквашивании молока, кисломолочные продукты приобретают диетические и лечебные свойства.

В зависимости от способа организации процесса сквашивания смеси различают резервуарный и термостатный способы производства кисломолочных напитков.

При резервуарном способе заквашивание, сквашивание молока, образование и формирование молочно-белкового сгустка происходят в одной и той же емкости. Затем сгусток с помощью насосов или самотеком подают на фасовку. При этом сгусток подвергается механическому воздействию, нарушается его структура, он становится более жидким. Однако при резервуарном способе производства улучшается использование производственных площадей; по сравнению с термостатным, в 1,5 раза увеличивается количество продукции, получаемой с 1 м² производственной площади, в большей степени гарантируется однородность качества продукта по единицам упаковки, он получается более однородным по консистенции.

При производстве кисломолочных напитков термостатным способом заквашенную смесь перемешивают и расфасовывают в потребительскую тару. Расфасованный продукт подвергают сквашиванию в термостатной камере. Охлаждение (при необходимости – и созревание) продукта происходит в холодильной камере. При таком способе сквашивания структура сгустка не нарушается, а сам сгусток имеет более вязкую консистенцию.

Кисломолочные продукты широко применяют для профилактики и лечения многих заболеваний, особенно желудочно-кишечного тракта. Так, ацидофильные продукты используют при лечении гнилостных и воспалительных процессов в кишечнике, колитов и гнойных ран. Кефир полезен при малокровии, истощении организма, хронических колитах. Кумыс применяют для профилактики и лечения туберкулеза, так как микроорганизмы, содержащиеся в кумысе, вырабатывают антибиотик низин, подавляющий развитие туберкулезной палочки.

Не менее обширная группа молочных продуктов, производимых с применением биотехнологических приемов, – сыры.

Сыр – это белковый продукт, общая схема технологического процесса производства которого включает следующие операции: подготовку молока к выработке сыра и свертыванию; получение и обработку сгустка; формование, самопрессование и прессование сыра; посолку; созревание.

Для формирования видовых особенностей сыра в молоко перед свертыванием вносят производственную закваску или активизирован-

ный бактериальный концентрат. В сырах, вырабатываемых из пастеризованного молока, бактериальные закваски являются основным источником молочнокислых бактерий. В сыроделии используют закваски и бакконцентраты молочнокислых, пропионовокислых бактерий и сырной слизи. Штаммы микроорганизмов, входящие в состав закваски для сыров, должны обладать протеолитической активностью, т. е. способностью расщеплять белок.

Ферментативное свертывание молока – один из наиболее важных процессов в сыроделии. Для свертывания молока применяют сычужный фермент, пепсин, а также ферментные препараты на их основе. Лучшим считается сычужный фермент, который получают из сычугов молочных телят или ягнят, но он достаточно дорогой препарат. Чистый сычужный фермент состоит из двух ферментов – химозина (реннина) и пепсина. В нем содержится до 70 % химозина, который более активен по сравнению с пепсином. С возрастом состав фермента меняется, у взрослых животных преобладает пепсин. Технический препарат, содержащий примесь пепсина в количестве 30–40 %, имеет достаточно высокую молокосвертывающую активность. Активность сычужного фермента определяется количеством частей молока, которое свертывается одной частью фермента при 35 °С в течение 40 мин.

Пепсин получают из желудков взрослых животных: крупного рогатого скота, овец, коз, свиней и птицы. Говяжий пепсин имеет пониженную молокосвертывающую, но высокую протеолитическую активность. Это может привести к появлению в продукте порока «горечь». Активность пепсина усиливается в кислой среде, поэтому для приготовления растворов пепсина применяют кислую пастеризованную сыворотку (60–70 °Т). Свиной пепсин теряет активность в процессе хранения более 2–3 мес. Говяжий пепсин более стоек в хранении. Наиболее рациональным является применение смеси сычужного фермента с говяжьим пепсином. Российские сыродельные предприятия наиболее широко используют сычужный порошок, пепсин свиной, пепсин говяжий, а также ферментные препараты ВНИИМС ФП-2, ФП-6, ФП-7. Известны ферментные препараты микробного происхождения, но это в основном препараты импортного производства.

Сычужный фермент стабилен при рН 5,3–6,3; оптимальная активность наблюдается при рН 6,2 и температуре 40 °С. На практике

температуру свертывания молока устанавливают в пределах от 28 до 35 °С в зависимости от вида сыра, времени года и технологических свойств молока. Это обеспечивает нормальное развитие микрофлоры закваски и получение сгустка требуемой плотности.

Процесс свертывания молока сычужным ферментом включает две стадии – ферментативную и коагуляционную. На первой стадии в результате ферментативного гидролиза полипептидной цепи происходит разрыв пептидной связи между 105 (фенилаланин) и 106 (метионин) аминокислотными остатками с образованием пара- κ -казеина. На второй стадии частицы параказеина под действием ионов кальция коагулируют, образуя агрегаты, а затем пространственную структуру сгустка. При этом образование сгустка наблюдается при более низкой кислотности.

Молокосвертывающий препарат вносят в смесь в виде раствора, который готовят за 25–30 мин до использования. После внесения раствора молокосвертывающего препарата молоко тщательно перемешивают в течение 5–7 мин и оставляют в покое для образования сгустка.

Продолжительность свертывания молока может изменяться от 25 до 90 мин в зависимости от вида сыра; например, для сыров с низкой и высокой температурой второго нагревания продолжительность свертывания составляет (30 ± 5) мин, для сыров пониженной жирности – (35 ± 5) мин, для мягких и рассольных сыров – от 60 до 90 мин. Поверхность полученного сгустка должна быть ровной, гладкой, на поверхности сгустка не должно быть пены, комочков выплавившегося жира, трещин и полос. Готовность сгустка к разрезанию определяют пробой на излом: острым концом шпателя разрезают сгусток, плоской частью шпателя приподнимают сгусток вдоль разреза и по расколу судят о его свойствах. Сгусток готов к разрезанию, если он дает раскол с нерасплывающимися острыми краями, без образования хлопьев белка, с хорошо отделяющейся прозрачной сывороткой светло-зеленого цвета. Неровный излом с мелкими кусочками белка, мутная беловатая сыворотка – признак недостаточной прочности сгустка. Сгусток нормальной плотности при надавливании на него довольно легко отходит от стенки ванны, почти не приликая к ней. Для более точного определения готовности сгустка разработаны специальные приборы.

Полученный сгусток подвергают *обработке*, целью которой является удаление избыточного количества влаги, регулирование интенсивности и уровня молочнокислого процесса. Для этого проводят разрезание сгустка, постановку зерна и его вымешивание, второе нагревание. Продолжительность этих операций зависит от вида сыра, свойств сгустка и сырного зерна, интенсивности молочнокислого процесса.

Формование сырной массы проводят для отделения сырного зерна от сыворотки и образования сначала монолита, а затем индивидуальных головок определенной формы и размеров. Существует три способа формования: из пласта, наливом и насыпью. При производстве мягких сыров формование проводят выкладыванием сгустка кусками.

Самопрессование и прессование сыра имеют целью уплотнение сырной массы, удаление остатков свободной сыворотки и формирование замкнутого и прочного поверхностного слоя. Самопрессование – это выдержка сырной массы в форме без нагрузки (под действием собственного веса), прессование – под действием внешнего давления.

Посолка сыра осуществляется поваренной солью (хлоридом натрия), которая служит регулятором микробиологических и ферментативных процессов и способствует формированию специфического вкуса, консистенции, рисунка и корки сыра. При посолке одновременно протекают два противоположно направленных массообменных процесса: диффузия соли в сыр и осмотический перенос влаги (сыворотки) из сыра в рассол. Первый осуществляется за счет разности концентраций хлорида натрия, второй – за счет разницы осмотического давления в рассоле и сырной массе. Содержание соли в сыре определяется такими факторами, как способ и продолжительность посолки, концентрация и температура рассола, размер сыра. Существуют различные способы посолки: сухая, в зерне, в рассоле, комбинированная. Посолку сыров осуществляют в специальном помещении в соляном бассейне. Затем сыры направляют на созревание в специальные камеры, где поддерживаются определенные параметры – температура и относительная влажность.

Созревание сыра представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных микробиологических, биохимических и физико-химических процессов, протекающих в сырной массе и приводящих к форми-

рованию присущих конкретному виду сыра органолептических показателей.

В результате в сыре формируются специфические для каждого вида вкус и аромат, соответствующий рисунок (глазки) или его отсутствие. В созревании мягких сыров кроме молочнокислых бактерий участвуют плесени (русский камамбер, белый десертный) и микрофлора сырной слизи (дорогобужский, латвийский, пикантный и др.), развивающиеся на поверхности, а также культурная плесень *Penic. roqueforti* (сыр «Рокфор»), развивающаяся в тесте сыра.

Созревание сыра начинается с развития молочнокислых бактерий в молоке, подготовленном к свертыванию. При оптимальной температуре молока благодаря внесению бактериальной закваски уже создаются условия для начала процесса созревания сыра. При свертывании молока микрофлора бактериальной закваски в основном захватывается структурной сеткой, лишь незначительное ее количество переходит в сыворотку. В процессе получения и обработки сгустка в результате развития молочнокислых бактерий накапливается молочная кислота, способствующая ускорению отделения сыворотки и уплотнению сырного зерна. Под влиянием образующейся молочной кислоты изменяются физические свойства белка, одновременно кальциевые и фосфорные соли переходят в раствор, вследствие чего увеличивается гидрофильность и понижается вязкость сырной массы. В процессе разрезания и дробления сгустка, постановки и обсушки зерна, второго нагревания также создаются благоприятные условия для размножения микроорганизмов закваски, количество их в сырной массе возрастает.

Молочнокислый процесс интенсивно протекает и в свежем сыре, содержащем необходимые питательные вещества. Количество молочнокислых бактерий увеличивается вследствие их интенсивного развития в первые 10–15 дней созревания, а затем медленно снижается до конца созревания.

В процессе созревания составные части сырной массы (молочный сахар, белки, жиры, минеральные компоненты) претерпевают определенные изменения, которые происходят под влиянием ферментов (микробных и молокосвертывающих). Биохимические изменения *белковых веществ* считаются основными в процессе созревания сыра. Под действием протеолитических ферментов бактерий и микроскопических грибов, а также сычужного фермента белки превращаются

в разнообразные растворимые азотистые соединения, формирующие структуру, консистенцию, вкус и аромат сыра. Ведущая роль в ферментативном распаде белков сырной массы принадлежит молочнокислым бактериям. Поэтому для ускорения созревания сыров в состав заквасок включают культуры с повышенной протеолитической активностью.

Изменение белков молока начинается с момента превращения казеина в параказеин при действии молокозвертывающего препарата. В процессе созревания сыра параказеин постепенно распадается на более простые соединения, растворимые в воде, – пептиды различной молекулярной массы и свободные аминокислоты. Содержание свободных аминокислот непрерывно растет в процессе созревания. Возможен распад параказеина с отщеплением аминокислот до образования полипептидов. Часть образовавшихся свободных аминокислот подвергается дальнейшим превращениям (дезаминированию, декарбоксилированию и др.) с образованием ряда веществ, участвующих в формировании вкуса и аромата сыра: карбоновые кислоты, окси- и кетокислоты, кетоны, альдегиды, амины, аммиак и т. д. При декарбоксилировании аминокислот образуются углекислый газ, часть которого поглощается сырной массой, а другая часть участвует в образовании глазков, и соответствующий амин. Например, при декарбоксилировании глицина образуется метиламин, лизина – кадаверин, гистидина – гистамин, тирозина – тирамин и т. д. Данные амины обладают ярко выраженными вкусовыми свойствами, многие из них имеют неприятный вкус и запах (аммиачный, рыбный), но в небольших количествах могут играть важную роль в формировании аромата некоторых сыров.

В процессе созревания сыра при нормальном брожении образуется рисунок, состоящий из пустот – глазков, распределенных в массе сыра более или менее равномерно. Чаще всего они имеют шарообразную форму и разные размеры. Так, в швейцарском сыре диаметр глазков достигает 1–2 см, в голландском – 0,3–0,5 см. Иногда в зрелом сыре в глазках появляется прозрачная жидкость, которую называют «слезой». Это выделившийся в глазки сырный сок.

Жиры в процессе созревания сыра подвергаются гидролизу под действием липаз, основным источником которых является микрофлора закваски и поверхности сыра (плесени и сырной слизи). Степень гидролиза жира в твердых и мягких сырах неодинакова.

В мягких сырах гидролиз жира протекает более интенсивно, чем в большинстве твердых. Продуктами ферментативного гидролиза жиров являются свободные жирные кислоты: масляная, капроновая, каприловая, каприновая, валериановая и др. Многие из них обуславливают характерные вкус и запах мягких сыров, в твердых их количество невелико. В некоторых мягких сырах, особенно в сырах, созревающих с участием плесени, возможно ферментативное окисление насыщенных жирных кислот. При этом образуются метилкетоны, играющие большую роль в формировании вкуса этих сыров.

Ферментативный гидролиз *лактозы* и дальнейшее сбраживание продуктов гидролиза (глюкозы и галактозы) осуществляются под действием ферментов заквасочной микрофлоры. Молочный сахар полностью сбраживается в течение 7–10 сут после выработки сыра с образованием молочной кислоты как основного продукта брожения. Динамика накопления молочной кислоты зависит от состава бактериальной закваски, температуры второго нагревания и влажности сыра после прессования. При наличии в составе закваски гетероферментативных ароматобразующих стрептококков при сбраживании лактозы кроме молочной кислоты образуются также углекислота, уксусная кислота, диацетил, ацетоин и другие вещества, влияющие на вкус и аромат сыра. Количество молочной кислоты определяет кислотность сыра, которая, в свою очередь, влияет на скорость созревания сыра и его консистенцию

Минеральные вещества изменяются в результате образования кислот. Молочная кислота отщепляет от параказеина кальций и образует лактат кальция, в результате чего к концу созревания увеличивается количество растворимого кальция. Излишнее накопление молочной кислоты приводит к снижению влагоудерживающей способности белка вследствие потери значительного количества кальция, сыр при этом приобретает ломкую, крошливую консистенцию и плохой рисунок. При недостаточном накоплении молочной кислоты отщепление кальция от параказеина замедляется, сыр будет иметь резинистую консистенцию.

В результате биотехнологической обработки молочной сыворотки получают такие производные лактозы, как глюкозо-галактозный сироп, лактулоза, лактитол, молочная кислота, лактаты кальция, этанол, лактобионовая кислота и др.

Глюкозо-галактозный сироп получают путем гидролиза молекулы лактозы на составляющие ее моносахара – глюкозу и галактозу. В качестве сырья применяют ультрафильтрат, творожную и подсырную сыворотку, раствор молочного сахара. Технологический процесс состоит из следующих операций: подготовки лактозосодержащего сырья, реагентов и вспомогательных материалов; гидролиза лактозы; очистки раствора; концентрирования; фасования, упаковывания и хранения. Гидролиз лактозы проводят ферментативным способом с применением иммобилизованной β -галактозидазы. Степень гидролиза должна составлять $(75 \pm 5) \%$, длительность процесса 18–22 ч. По окончании гидролиза фильтрат деминерализуют и концентрируют до массовой доли сухих веществ $(60 \pm 2) \%$. Сироп представляет собой вязкую однородную жидкость желто-коричневого цвета.

Лактулозу можно получить из лактозы путем перегруппировки α -глюкозы во фруктозу. Технология получения лактулозы из лактозы в соответствии с разработками сотрудников Северо-Кавказского государственного технического университета осуществляется по следующей схеме: приемка и подготовка сырья; растворение молочного сахара; рафинация и фильтрация раствора; изомеризация лактозы в лактулозу; деминерализация раствора; одно- или двукратное сгущение раствора; кристаллизация и отделение кристаллов лактозы; тепловая обработка; фасование, упаковывание и хранение. В качестве исходного сырья для производства лактулозы используют молочный сахар (рафинированный, пищевой, сырец) не ниже высшего сорта. Лактулозу можно получать в виде сиропа или в сухом виде. Лактулоза является пребиотиком, поэтому в последнее время в связи с ростом выпуска продуктов функционального назначения потребность в ней увеличилась.

Этанол получают из молочной сыворотки путем сбраживания лактозы специальными расами дрожжей. При использовании нативной молочной сыворотки рекомендованы дрожжи *Kluveromyces fragilis* или *Candida pseudotropikalis*, в случае использования в качестве исходного сырья подсушенной сыворотки – специально подобранные штаммы дрожжей *Kluveromyces marxianus* Пр-8.

Отдельную группу составляют продукты, предназначенные для питания людей с теми или иными нарушениями пищеварения. Например, для людей, не переносящих отдельные компоненты молока (молочные белки или лактозу), а также для людей, страдающих

избыточной массой тела. Разработаны специальные молочные продукты, предназначенные для питания людей различных возрастных групп.

В последние десятилетия достаточно быстро развивалось направление производства продуктов со сложным сырьевым составом, т. е. с применением сырья различных классов. Наиболее широко в молочной промышленности применяются растительные жиры и растительные белки (в основном соевые). В значительной мере увеличилось также количество продуктов, вырабатываемых с применением пищевых и биологически активных добавок.

Мясная промышленность, являющаяся крупнейшей отраслью пищевой индустрии, выпускает широкий ассортимент продукции пищевого, технического, кормового и медицинского назначения. Основным сырьем для переработки служит крупный рогатый скот, свиньи и овцы. По продуктивности различают мясное, мясомолочное и молочное сырье.

В состав мяса входят мышечная, жировая, костная и соединительная ткани, а также кровь. Ткани имеют различные строение, состав и свойства. Мышечная ткань, на долю которой приходится свыше 40 % массы животного, участвует в кровообращении, дыхании и других важных физиологических функциях. По морфологическим признакам различают два типа мышечной ткани – поперечно-полосатую и гладкую. К поперечно-полосатой относится скелетная мускулатура, гладкие мышцы расположены в стенках пищеварительного тракта, диафрагмы, кровеносных сосудов. Поперечно-полосатая скелетная мускулатура по своим питательным и вкусовым свойствам является наиболее важным компонентом мяса и мясопродуктов.

Мышечная ткань состоит из мышечных волокон, представляющих собой сложные вытянутые клетки длиной до 15 см и толщиной 10–100 мкм. Между волокнами находятся тонкие прослойки межклеточного вещества. Мышечные волокна соединены в пучки, образующие мускулы.

К соединительной ткани относится собственно соединительная ткань (рыхлая и плотная), хрящевая и костная. Соединительная ткань выполняет опорную, связующую, питательную и защитную функции и встречается во всех органах животного. На долю соединительной ткани приходится в среднем 16 % массы мясной туши животного.

Хрящевая ткань является одним из компонентов скелета, выполняя опорную и механическую функции.

В состав костной ткани входят костные клетки и межклеточное вещество, которое состоит из основного (аморфного) вещества и большого количества коллагеновых волокон. Характерная особенность костной ткани – высокое содержание минеральных веществ (около половины массы ткани). Кости убойных животных составляют около 20 % массы крупного рогатого скота. Их используют для пищевых целей, получения жира, содержащегося в костном мозге, желатина, клея, костной муки.

Жировая ткань является разновидностью рыхлой соединительной ткани и выполняет в основном запасную функцию (накапливает питательный материал), механические функции (защищает внутренние органы от ударов и сотрясений), а также предохраняет организм от переохлаждения, так как имеет низкую теплопроводность.

В послеубойный период в мясе происходят сложные изменения под воздействием ферментов – автолиз. Ферментативные изменения идут в основном в направлении распада. Автолитические изменения имеют место при различных видах обработки мясного сырья: охлаждении, замораживании, холодильном хранении, размораживании, посоле и т. д. Характер и глубина этих изменений влияют на качество и пищевую ценность мяса и мясопродуктов.

Созревание мяса – это совокупность изменений важнейших свойств мяса, обусловленных развитием автолитических процессов, в результате которых мясо приобретает нежную консистенцию и сочность, выраженный специфический запах и вкус. Созревание мяса происходит в процессе выдерживания его при низких плюсовых температурах. Размягчение тканей и повышение нежности мяса в этот период обусловлены ослаблением агрегационных взаимодействий белков и распадом их под действием протеолитических ферментов, а также изменением белков соединительной ткани (в первую очередь коллагена) под действием гидролитических ферментов. При этом повышается одно из самых важных свойств мяса – водосвязывающая способность.

Выраженные вкус и запах мяса появляются только после его тепловой обработки, следовательно, в процессе автолиза в мясе образуются и накапливаются предшественники веществ, формирующих вкус и запах мяса.

Для сохранения качества мяса и предотвращения его микробной порчи применяют консервирование холодом. Понятие «холодильная обработка» включает процессы охлаждения, подмораживания, замораживания и размораживания. Мясо считается *парным* в течение 3 ч после убоя (температура в толще мышц составляет 35–38 °С). После разделки туши и охлаждения мяса до 12 °С мясо приобретает на поверхности корочку подсыхания и переходит в категорию *остывшего*. *Охлажденным* называется мясо после разделки туши и охлаждения до температуры 0–4 °С. Оно имеет упругую мышечную ткань и корочку подсыхания. *Подмороженное* мясо имеет температуру на глубине 1 см от минус 3 до минус 5 °С. При хранении подмороженного мяса температура по всему объему должна составлять минус 2–минус 3 °С. *Замороженным* называется мясо, имеющее температуру в толще мышц не выше минус 8 °С. У *размороженного* мяса температура в толще мышц повышается до 1 °С и более в зависимости от условий размораживания и дальнейшего использования мяса.

Охлаждение мяса и мясопродуктов проводится в воздушной среде или жидкостях с применением одно- и двустадийных методов. Выбор метода зависит от его эффективности, одним из показателей которой является потеря массы мяса – так называемая усушка. При одностадийном охлаждении процесс интенсифицируется с увеличением скорости движения охлаждающего воздуха с 0,1 до 2 м/с и понижением температуры в камере до минус 3–минус 5 °С. При увеличении скорости охлаждения усушка мяса уменьшается. Двустадийное охлаждение проводят при температуре от минус 4 до минус 15 °С и скорости движения воздуха 1–2 м/с на первом этапе и температуре минус 1–минус 1,5 °С и скорости движения воздуха 0,1–0,2 м/с – на втором. Потери массы при двустадийном способе охлаждения сокращаются на 20–30 %.

Предпочтительным является быстрое охлаждение, поскольку позволяет обеспечить хороший товарный вид за счет быстрого образования корочки подсыхания, снизить потери и увеличить срок хранения продукта. Наряду с этим сокращается продолжительность процесса и увеличивается оборачиваемость камер охлаждения. Кроме того, при быстром снижении температуры поверхности до 0–1 °С замедляется или полностью прекращается развитие микрофлоры.

Подмораживание мяса как один из способов увеличения сроков хранения рекомендуется при необходимости транспортировки его на небольшие расстояния. Подмороженное мясо можно хранить и транспортировать в подвешенном состоянии или в штабелях при температуре воздуха минус 2–минус 3 °С в течение 15–20 сут. Подмораживанию подвергают в основном парное мясо, процесс ведут при температуре воздуха минус 30–минус 35 °С и скорости его движения 1–2 м/с. Для говядины продолжительность процесса составляет 6–8 ч, свинины – 6–10 ч.

Замораживание – способ низкотемпературного консервирования и длительного хранения мяса и мясопродуктов. В зависимости от состояния мяса применяют одно- и двухфазное замораживание. Мясо и мясопродукты замораживают в воздухе, растворах солей, кипящих хладагентах, в контакте с охлаждаемыми металлическими пластинами. Считается, что изменение свойств мяса как биологического объекта связано с процессами кристаллизации воды. Особенности изменения свойств мяса при замораживании определяются фазовым переходом воды в лед и повышением концентрации веществ, растворенных в жидкой фазе. Процесс кристаллизации вызывает изменения физических характеристик мясных систем. Мясной сок начинает замерзать при температуре минус 0,6–минус 1,2 °С. Размер, форма и распределение кристаллов льда в мясе зависят от его первоначальных свойств и условий замораживания.

При производстве целого ряда мясных продуктов (колбасы, консервы, некоторые полуфабрикаты) используют замороженное мясное сырье, которое размораживают в воздушной или паровоздушной среде.

При переработке **рыбного сырья** консервирование холодом также является наиболее распространенным видом обработки. Мороженая рыба составляет более 70 % всей продукции, вырабатываемой рыбной промышленностью. Такой способ обработки позволяет достаточно быстро консервировать большое количество скоропортящегося сырья одновременно, обеспечивает наиболее высокий выход готовой продукции. Мороженая рыба может храниться длительное время – 6–8 мес.

Охлаждение рыбы – это процесс быстрого понижения ее температуры от начальной до температуры, близкой к криоскопической точке тканевых соков рыбы. Для пресноводных рыб криоскопическая

температура колеблется в пределах от минус 0,5 до минус 0,9 °С. Главная причина порчи охлажденной рыбы – микроорганизмы, находящиеся в слизи на поверхности рыбы и в ее кишечнике. Микрофлора свежельвленной океанической рыбы представлена в основном психрофильными микроорганизмами с оптимумом развития около 20 °С, способных, однако, размножаться и при 0 °С. При охлаждении рыбы эти микроорганизмы не теряют активности. На поверхности рыбы, обитающей в теплых водах, преобладает мезофильная микрофлора. Продолжительность хранения такой рыбы в охлажденном состоянии возрастает в 1,5–2 раза.

При охлаждении в рыбе происходят существенные физические и биохимические изменения (увеличение плотности тканей и вязкости тканевых соков и крови, уменьшение массы рыбы в результате усушки, изменения белковых веществ и т. д.). Для охлаждения рыбы применяют различные способы: охлаждение льдом, охлаждение в жидкой среде – морской воде, слабых растворах поваренной соли. Охлаждение рыбы льдом осуществляется в ящиках и трюмах судов, охлаждение погружением в жидкую среду – в специальных емкостях или аппаратах, снабженных средствами охлаждения.

Подмораживание рыбы – это способ холодильной обработки, при котором достигается температура рыбы на 1–2 °С ниже криоскопической. Такую рыбу еще называют переохлажденной, или рыбой глубокого охлаждения.

В процессе *замораживания* температура рыбы становится ниже точки замерзания тканевых соков, а большая часть воды, содержащейся в тканях, превращается в лед. Качество замороженной рыбы зависит от скорости замораживания. Основные физические изменения в рыбе при замораживании – это кристаллизация воды и усушка. Предпочтительнее быстрое замораживание, в этом случае продукт характеризуется большей однородностью, так как образующиеся мелкие кристаллы льда равномерно распределяются в тканях продукта и не деформируют его клеток. При замораживании рыбы уменьшается растворимость белков и их способность к набуханию.

Занятие № 4

Биотехнологические процессы в производстве различных видов молочных продуктов

Цель занятия – получить представление о сущности биотехнологических процессов, протекающих при производстве различных молочных продуктов.

Форма проведения занятий – заслушивание докладов студентов с презентацией, последующее обсуждение в форме дискуссии, формулирование выводов.

Отрабатываемые вопросы:

1. Биотехнология кисломолочных напитков.
2. Биотехнология творога и сметаны.
3. Биотехнологические процессы при производстве полутвердых сычужных сыров.
4. Биотехнологические процессы при производстве сыров, созревающих с плесенью (на примере сыра «Рокфор»).
5. Сущность процесса созревания сыра. Изменение составных частей молока при созревании.

Задание и рекомендации: изучить теоретический материал, касающийся биотехнологии различных видов молочных продуктов. Обратит внимание на видовой состав заквасок, применяемых при производстве кисломолочных напитков, творога, сметаны, различных сыров, и сущность происходящих при этом процессов. Подготовить сообщение и презентацию для выступления на семинарском занятии.

Занятия № 5, 6 (выездные)

Биотехнология продуктов функционального назначения на молочной основе и оборудование для ее реализации на ОАО «Петмол» компании «ДАНОН»

Цель занятия – ознакомиться с ассортиментом кисломолочных продуктов функционального назначения, выпускаемых ОАО «Петмол», технологическим процессом их производства, устройством применяемого для этого оборудования.

Форма проведения занятий – выездные занятия.

Отрабатываемые вопросы:

1. Организация переработки молока на ОАО «Петмол».

2. Ассортимент продуктов функционального назначения, вырабатываемых с применением биотехнологических процессов.

3. Виды заквасок и бактериальных препаратов, применяемых на данном предприятии.

4. Современное оборудование для выработки молочных продуктов.

5. Подготовка письменного отчета.

Задание и рекомендации: по результатам экскурсии составить и оформить краткий отчет.

Занятие № 7

Основы промышленной переработки мясного и рыбного сырья

Цель занятия – получить представление о сущности основных процессов, протекающих при переработке мясного и рыбного сырья.

Форма проведения занятий – заслушивание докладов студентов с презентацией, последующее обсуждение в форме дискуссии, формулирование выводов.

Отрабатываемые вопросы:

1. Охлаждение мяса и мясных продуктов: процессы, протекающие при охлаждении, способы и режимы охлаждения мяса, применяемое оборудование.

2. Способы интенсификации созревания мяса. Применение ферментов и стартовых культур.

3. Замораживание и размораживание мяса и мясопродуктов.

4. Производство эмульсионных мясных продуктов. Виды и характеристика применяемых функциональных добавок.

5. Характеристика сырья, применяемого в рыбной промышленности.

6. Биотехнологические процессы, происходящие при производстве охлажденной и мороженой рыбной продукции.

Задание и рекомендации: освоить теоретический материал по представленным выше вопросам. Подготовить сообщение и презентацию.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие группы пищевых продуктов объединяет понятие «продукты питания животного происхождения»?
2. Дайте определение понятиям «молочный продукт», «молочный составной продукт», «молокосодержащий продукт».
3. Назовите основные составные части коровьего молока. Каков его средний состав?
4. Перечислите белки молока.
5. Какой биотехнологический процесс лежит в основе получения кисломолочных продуктов?
6. Какие микроорганизмы входят в состав заквасок, применяемых при производстве простокваши, йогурта, кефира, сметаны, творога?
7. В чем заключается сущность резервуарного и термостатного способов производства кисломолочных напитков?
8. Что такое лактулоза?
9. Назовите основные операции технологического процесса производства сыра.
10. Какие биологические объекты применяются при производстве сыров?
11. Какова цель созревания сыра? Как изменяются составные части молока в процессе созревания?
12. Какие продукты можно получить из молочной сыворотки с помощью биотехнологических методов?
13. Назовите основные группы тканей мяса и дайте их краткую характеристику.
14. Какие способы охлаждения Вы знаете? В чем их преимущества и недостатки?
15. Что такое усушка? От каких факторов она зависит?
16. Перечислите способы замораживания мяса. Какие изменения в мясном сырье происходят при этом?
17. Как влияет способ замораживания рыбы на ее качество?

Раздел 6. Биотехнологические основы переработки сырья растительного происхождения

Растительное сырье – это целые растения и отдельные их части (корни, стебли, почки, цветки, плоды), используемые человеком

в различных отраслях промышленности. Для производства продуктов питания может использоваться сырье как одного вида (например, плодоовощное сырье при выработке соков), так и разных (мучные кондитерские изделия с изюмом и др.). При получении комбинированных продуктов питания применяют, наряду с растительным, и другие виды сырья, например животное. В зависимости от цели применения растительное сырье бывает пищевое, кормовое, лекарственное, техническое (эфиромасличное, красящее, дубильное и др.).

Различают две группы пищевого растительного сырья – культивируемое и дикорастущее. Каждая из этих групп включает сырье плодовоовощное и травянистое. К культивируемому сырью также относят зерно и продукты его переработки. Культивируемое сырье (зерновое и плодовоовощное) может быть традиционным и генетически модифицированным.

Органические и минеральные вещества растений обуславливают пищевую и биологическую ценность растительного сырья. Растения на 80 % состоят из углеводов, которые широко используются человеком в пищу, являясь для него основным источником энергии. Главные усваиваемые углеводы в питании человека – крахмал (примерно 80 % всех потребляемых человеком углеводов) и сахароза. Крахмал в пищевой промышленности получают из зерновых, бобовых и картофеля; сахарозу – из сахарной свеклы и сахарного тростника.

Растения являются источниками пищевых волокон, объединяющих неперевариваемые углеводы (клетчатка, пектин, гемицеллюлоза, инулин, гумми, слизи). Роль пищевых волокон в питании человека связана с их способностью улучшать моторику желудочно-кишечного тракта, сорбировать тяжелые металлы, радионуклиды и выводить их из организма, снижать уровень холестерина в крови и пр.

В производстве продуктов питания крахмал, пектиновые вещества, клетчатка используются в качестве структурообразователей. Пектин получают из сахарной свеклы, фруктов и ягод. Источник клетчатки – стебли, листья, плоды растений. Растения, содержащие инулин, служат сырьем для получения фруктозы, которая используется в качестве заменителя сахарозы в питании больных сахарным диабетом. Семена масличных культур являются ценнейшим сырьем для производства масел, используемых в пищевых и промышленных целях.

Традиционными источниками для производства белковых продуктов растительного происхождения служат соя и пшеница. Из сои получают муку-крупку, концентраты и изоляты, из пшеницы и пшеничной муки – сухую пшеничную клейковину.

Растения являются также одним из основных поставщиков витаминов для человека, они синтезируют физиологически активные соединения, например фенольные соединения, гликозиды, эфирные масла, алкалоиды и др. Некоторые из этих веществ в значительной степени определяют пищевые и вкусовые достоинства различных продуктов; многие из них используются в технике и медицине.

Одним из важнейших биотехнологических процессов переработки растительного сырья в корма и пищевые продукты растительного сырья является метод биоконверсии, что означает преобразование, трансформацию одних органических соединений в другие при помощи культур микроорганизмов или ферментов.

Технологическое преимущество биоконверсии по сравнению с процессами химических превращений веществ состоит в том, что конверсия может быть осуществлена в одну стадию, а необходимые катализаторы синтезируются культурой микроорганизма (либо используются выделенные ферменты). Кроме того, ферментативные процессы в живых системах энергетически более выгодны, чем химические превращения веществ.

Существует множество процессов биопревращений растительного сырья, в том числе гидролиз высокомолекулярных веществ и биополимеров, трансформация микроорганизмами органических субстратов в белковые продукты, детоксикация сырья и кормов, биологическая очистка сточных вод и др.

Ферментные препараты, как правило, используются в основном для биоконверсии растительного сырья на начальной, наиболее трудоемкой стадии его переработки, когда необходимо расщепить структурные или запасные компоненты, а также на заключительных стадиях переработки растительных субстратов – в целях сохранения качества пищевых продуктов или улучшения органолептических свойств.

Биоконверсия с использованием микроорганизмов применяется в основном для переработки растительного сырья в белковые продукты, корма повышенной усвояемости, для получения растительных белковых гидролизатов и пр. В основе микробной биоконверсии лежит процесс культивирования микроорганизмов.

Технологии биоконверсии растительного сырья широко применяются в пищевой и перерабатывающей промышленности для получения высококачественной и конкурентоспособной продукции, а также организации малоотходных производств. Методами биоконверсии с использованием *ферментов* получают биологически ценные продукты, которые все более широко применяются в пищевых технологиях, например пектины, натуральные пищевые красители, различные виды патоки и глюкозо-фруктозный сироп (продукты гидролиза крахмала), витаминные препараты и т. п.

Микробную конверсию растительного сырья проводят в основном с целью получения кормов, обогащенных белком и ферментами, белковых пищевых продуктов, а также для детоксикации пищевых продуктов и кормов.

Основными источниками сырья для микробной биоконверсии служат отходы пищевой промышленности и сельскохозяйственного производства (солома злаков, початки, стебли и листья кукурузы, стебли и корзинки подсолнечника и др.).

Занятие № 8

Биотехнология отдельных пищевых продуктов из растительного сырья

Цель занятия – изучить особенности биотехнологии основных пищевых продуктов из растительного сырья; разработать группам студентов проекта по одной из предложенных тем; представить и защитить проект.

Форма проведения занятий – конкурс проектов.

Отрабатываемые вопросы:

1. Пивоваренное производство:

- сырье для пивоварения;
- технология пива;
- применение ферментных препаратов в пивоварении.

2. Хлебопекарное производство:

- сырье для хлебопечения;
- технология хлеба;
- применение ферментных препаратов и гидролизатов в хлебопечении.

3. Производство кваса:

- сырье и микроорганизмы для производства кваса;
- технология хлебного кваса;
- особенности производства плодовых и ягодных квасов.

4. Получение спиртопродуктов:

- сырье для спиртового производства;
- технология этилового спирта и спиртопродуктов;
- применение ферментных препаратов в спиртовой промышленности.

Задание и рекомендации: проект разрабатывается группой студентов из трех–четырёх человек, оформляется в соответствии с требованиями и представляется к защите. По проекту должна быть выполнена презентация, отражающая основное его содержание. Сообщение по сути проекта не должно превышать 10 мин.

Занятие № 9 (выездное)

Современные технологии пивоварения (хлебопечения)

Цель занятия – ознакомиться с последовательностью и назначением основных операций технологического процесса производства пива (хлеба) и оборудованием, применяемым для его реализации.

Форма проведения занятий – выездное занятие на одном из пивоваренных предприятий или хлебозаводов Санкт-Петербурга.

Отрабатываемые вопросы:

1. Ассортимент вырабатываемой продукции.
2. Особенности технологии.
3. Характеристика применяемого оборудования.
4. Организация работы заводской лаборатории (контроль качества выпускаемой продукции).
5. Подготовка письменного отчета.

Задание и рекомендации: по результатам экскурсии составить и оформить краткий отчет.

Контрольные вопросы и задания

1. Приведите классификацию растительного сырья.
2. Назовите перевариваемые и неперевариваемые углеводы.
3. В чем заключается роль пищевых волокон для организма человека?

4. Дайте определение биоконверсии. Назовите ее преимущества.
5. Какие продукты можно получить путем биоконверсии с использованием ферментов?
6. Для чего применяют микробную конверсию растительного сырья?
7. Какие процессы происходят при созревании теста?
8. Чем обусловлен вкус и аромат свежее испеченного хлеба?
9. Какими приемами можно замедлить черствение хлеба?
10. Назовите основные операции технологического процесса производства пива.
11. Что такое затор?
12. Какова цель затирания и биохимическая сущность происходящих при этом процессов?
13. Какие вещества образуются в процессе брожения пивного сусла? Как они влияют на вкус и аромат пива?

Раздел 7. Основы информационной культуры Библиография

Цель изучения раздела – сформировать у обучающихся представление о системе информационного обеспечения в стране и вузе, ее особенностях и перспективах развития; познакомить с технологией и методикой поиска информации с использованием различных информационно-поисковых систем и библиографических пособий.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ РЕФЕРАТОВ

Каждый студент выполняет реферат по одной из представленных тем:

- Сырье и состав питательных сред для биотехнологического производства.
- Этапы развития биотехнологии.
- Основные направления «новой» биотехнологии.
- Способы культивирования микроорганизмов.
- Получение и использование аминокислот.
- Получение витаминов и их применение.

- Получение липидов с помощью микроорганизмов.
 - Получение ферментных препаратов из сырья растительного происхождения.
 - Получение ферментных препаратов из сырья животного происхождения.
 - Получение ферментных препаратов с помощью микроорганизмов. Номенклатура микробных ферментных препаратов.
 - Производство хлебопекарных дрожжей и их экспертиза.
 - Применение пищевых добавок и ингредиентов, полученных биотехнологическим путем.
 - Генетически модифицированные источники пищи.
 - Получение лимонной кислоты и ее применение в пищевой промышленности.
 - Получение биомассы микроорганизмов как источника белка.
- Преимущества и недостатки различных групп микроорганизмов.
- Биотехнологические процессы в виноделии.
 - Получение спиртопродуктов.
 - Получение хлебопекарных дрожжей, биотехнологические процессы в хлебопечении.
 - Биотехнологические процессы в получении мясных продуктов. Требования к применяемым ферментным препаратам.
 - Направленный синтез лимонной кислоты.
 - Получение молочной кислоты биотехнологическим способом.
 - Получение уксусной кислоты биотехнологическим способом.
 - Современное состояние и перспективы развития пищевой биотехнологии.
 - Применение пищевых добавок и ингредиентов, полученных биотехнологическим путем.
 - Классификация кисломолочных продуктов в зависимости от используемой закваски. Микроорганизмы, входящие в состав заквасок.
 - Биотехнология молочных продуктов (по выбору): кефир, йогурт, сметана, творог, кисломолочное масло.
 - Биотехнологические процессы в сыроделии.
 - Диетические свойства кисломолочных продуктов. Классификация бифидопродуктов. Роль в питании.
 - Применение ферментов при выработке фруктовых соков.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КОЛЛОКВИУМУ ПО МОДУЛЮ № 1

1. Определение биотехнологии как науки. Ее цели и задачи.
2. Основные этапы развития и становления биотехнологии.
3. Связь биотехнологии со смежными науками.
4. Современное состояние и перспективы развития биотехнологии.
5. Краткая характеристика объектов и методов биотехнологии.
6. Характеристика составных частей биотехнологии.
7. Основные стадии и особенности проведения биотехнологических процессов.
8. Микробная биотехнология (промышленная микробиология).
9. Инженерная энзимология.
10. Генная инженерия.
11. Клеточная инженерия.
12. Понятие классической и новой биотехнологии.
13. Характеристика и сферы применения «цветной» биотехнологии.
14. Основные стадии и особенности проведения биотехнологического процесса.
15. Характеристика подготовительной стадии.
16. Биотехнологическая стадия. Основные понятия.
17. Заключительная стадия технологического процесса биотехнологического производства.
18. Методы выделения целевого продукта.
19. Способы очистки и концентрирования продукта.
20. Понятие первичных и вторичных метаболитов.
21. Биотехнологические методы получения аминокислот.
22. Получение органических кислот (лимонной, молочной, уксусной).
23. Получение липидов помощью микроорганизмов.
24. Получение и применение витаминов.
25. Биотехнология получения вторичных метаболитов (антибиотиков и др.).

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КОЛЛОКВИУМУ ПО МОДУЛЮ № 2

1. Дайте классификацию пищевых продуктов в соответствии с Федеральным законом «О качестве и безопасности пищевых продуктов и продовольственного сырья» № 29-ФЗ.

2. Какие продукты относятся к лечебным и лечебно-профилактическим?

3. Почему продукты детского питания выделены в самостоятельную группу?

4. Дайте определение биологически активных добавок, приведите их классификацию.

5. Какие продукты включены в состав специализированных продуктов для питания отдельных групп населения?

6. Приведите классификацию пищевых продуктов по основному сырью.

7. Назовите основные группы пищевых продуктов из растительного сырья.

8. Назовите основные группы пищевых продуктов из животного сырья.

9. Какие продукты называют комбинированными? Приведите примеры.

10. Назовите основные фазы роста микроорганизмов на питательной среде. Дайте характеристику каждой из них.

11. Перечислите условия, необходимые для роста любой культуры.

12. Как определяется скорость роста микроорганизмов (формула)?

13. В каком случае рост культуры микроорганизмов называют экспоненциальным или логарифмическим?

14. Какие компоненты входят в состав питательных сред для биотехнологического производства?

15. Требования к сырью для питательных сред в биотехнологическом производстве.

16. Перечислите виды сырья, наиболее часто используемые в качестве компонентов питательных сред.

17. Как можно классифицировать способы культивирования:

– по содержанию кислорода;

– по количеству ферментеров;

- по наличию или отсутствию перемешивания;
- по состоянию питательной среды?

18. Характеристика периодического, непрерывного и промежуточного способов культивирования.

19. Клетки, культивируемые каким способом, называют иммобилизованными? В чем их преимущество?

20. Назовите микроорганизмы, используемые в пищевой промышленности.

21. Что такое генетически модифицированные источники?

22. Назовите основные направления получения ГМИ из растительного сырья.

23. Какие цели преследуют новые технологии получения трансгенных сельскохозяйственных животных и птицы?

24. Каковы направления в области генной инженерии микроорганизмов?

25. Назовите основные группы продуктов переработки молока. Дайте их характеристику.

26. Что такое закваска? Какие виды заквасок применяются при производстве молочных продуктов?

27. Классификация кисломолочных продуктов в зависимости от применяемой закваски.

28. Какие процессы лежат в основе сквашивания молока?

29. Какие продукты образуются в результате жизнедеятельности микроорганизмов в процессе сквашивания молока?

30. Назовите общие операции технологического процесса производства кисломолочного напитка.

31. Особенности технологического процесса производства кефира.

32. Какие кисломолочные продукты с добавлением бифидобактерий Вы знаете?

33. Чем полезны кисломолочные продукты, обогащенные бифидобактериями?

34. Перечислите операции технологического процесса производства творога.

35. С какой целью в молоко добавляют фермент β -галактозидазу? Для кого предназначены такие продукты?

36. Расшифруйте понятие «холодильная обработка» мяса.

37. Какие процессы протекают при охлаждении мяса?

38. Способы и режимы охлаждения мяса.
39. Изменение свойств мяса при замораживании.
40. Назовите способы обработки мяса ферментными препаратами. В чем преимущества и недостатки каждого способа?
41. Какие белки и с какой целью вводят в состав мясных продуктов?
42. Назовите основные виды вторичных продуктов переработки животного сырья. Приведите примеры их использования.
43. Виды сырья, применяемого для производства пива. Его краткая характеристика.
44. Основные операции технологического процесса получения пива.
45. Подработка и дробление солода и несоложенного сырья.
46. Получение пивного сусла (затираание, фильтрование затора, кипячение сусла с хмелем, отделение сусла от хмелевой дробины, охлаждение и осветление сусла).
47. Сбраживание пивного сусла и дображивание пива (с расшифровкой биохимических процессов).
48. Осветление и розлив пива.
49. Назовите основные этапы технологического процесса производства хлеба.
50. По каким показателям контролируют качество теста?
51. Какие соединения обуславливают вкус и аромат свежеспеченного хлеба?
52. С чем связано черствение хлеба, как его предотвратить?

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. Биотехнология как наука. Определение, цели и задачи.
2. Основные этапы развития и становления биотехнологии.
3. Современное состояние и перспективы развития биотехнологии.
4. Понятие о генной инженерии.
5. Краткая характеристика объектов и методов биотехнологии.
6. Характеристика составных частей биотехнологии.
7. Основные стадии и особенности проведения биотехнологических процессов.

8. Микробная биотехнология (промышленная микробиология) как составная часть биотехнологии.

9. Биотехнологическая стадия как основная стадия биотехнологического процесса. Пути преобразования сырья в целевой продукт.

10. Характеристика подготовительной стадии биотехнологического процесса.

11. Заключительная стадия технологического процесса биотехнологического производства. Методы выделения, очистки и концентрирования целевого продукта.

12. Производство аминокислот биотехнологическими методами (на примере лизина).

13. Получение лимонной кислоты биотехнологическим методом. Основные продуценты, условия проведения процесса.

14. Получение липидов с помощью микроорганизмов.

15. Биотехнология получения вторичных метаболитов (на примере антибиотиков).

16. Основные фазы роста микроорганизмов на питательной среде. Характеристика каждой из них.

17. Получение витаминов биотехнологическими методами (на примере витамина В₁₂).

18. Периодический способ культивирования микроорганизмов, условия проведения, применяемое оборудование.

19. Особенности и преимущества непрерывного способа культивирования микроорганизмов.

20. Пищевая биотехнология как самостоятельная ветвь биотехнологии. Характеристика, перспективы развития.

21. Состав питательных сред для биотехнологического производства. Виды сырья, наиболее часто используемого в качестве компонентов питательных сред.

22. Понятие первичных и вторичных метаболитов.

23. Биотехнология получения кормового и пищевого белка. Характеристика продуцентов, состав субстратов. Проблема безопасности.

24. Классификация способов культивирования микроорганизмов.

25. Инженерная энзимология как составляющая биотехнологии. Состояние и перспективы развития.

26. Основные виды вторичных продуктов переработки животного сырья. Примеры их использования.

27. Генетически модифицированные источники сырья. Получение и применение.

28. Понятие иммобилизованных ферментов, их преимущества.

29. Биотехнологические процессы при производстве полутвердых сычужных сыров.

30. Получение пивного сусла: сущность, последовательность операций.

31. Способы получения экологически чистой энергии. Биогаз. Биоэтанол.

32. Нанобиотехнологии: сущность, основные направления применения и риски, связанные с их использованием.

33. Технологический процесс производства хлеба: основные этапы, применяемые режимы производства.

34. Понятие функциональных пищевых продуктов. Их характеристика, назначение, сферы применения.

35. Классификация пищевых продуктов в соответствии с Федеральным законом «О качестве и безопасности пищевых продуктов и продовольственного сырья» № 29-ФЗ.

36. Требования к сырью для питательных сред в биотехнологическом производстве.

37. Способы и режимы охлаждения мяса.

38. Биохимическая сущность сбраживания пивного сусла и дображивания пива.

39. Изменение свойств мяса при замораживании.

40. Применение биотехнологических процессов для очистки промышленных и бытовых сточных вод.

41. Назовите основные группы продуктов переработки молока. Дайте их характеристику.

42. Состав питательных сред для биотехнологического производства.

43. Классификация пищевых продуктов по основному сырью. Характеристика отдельных групп.

44. Характеристика микроорганизмов, применяемых в пищевой промышленности.

45. Виды белков, применяемых при производстве мясных продуктов; их характеристика, цель введения.

46. Способы обработки мяса ферментными препаратами. Преимущества и недостатки каждого из них.

47. Понятие комбинированных продуктов, примеры продуктов данной группы.

48. Основные направления получения ГМИ из растительного сырья.

49. Виды сырья, применяемого для производства пива. Его краткая характеристика.

50. Общие операции биотехнологического процесса производства кисломолочного напитка.

51. Сущность процесса сквашивания молока.

52. Классификация продуктов специального назначения.

53. Биотехнологические процессы при производстве творога.

54. Виды заквасок, применяемых в пищевой промышленности. Характеристика основных групп.

55. Характеристика и сферы применения «цветной» биотехнологии.

56. Классификация кисломолочных продуктов в зависимости от применяемой закваски.

57. Основные направления в области генной инженерии микроорганизмов.

58. Понятие классической и новой биотехнологии.

59. Биологически активные добавки: определение, классификация, роль в питании.

60. Биотехнологические процессы, происходящие при производстве охлажденной и мороженой рыбной продукции.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (для студентов заочной формы обучения)

Вариант № 1

1. Биотехнология как наука. Характеристика, основные этапы развития и становления.

2. Применение биотехнологических процессов в производстве кисломолочных напитков.

Вариант № 2

1. Объекты биотехнологии и методы биотехнологии.
2. Биоконверсия растительного сырья: направления, получаемые продукты, пути их использования.

Вариант № 3

1. Характеристика основных составных частей биотехнологии.
2. Получение микробного белка, пути и перспективы его использования. Характеристика микроорганизмов-продуцентов.

Вариант № 4

1. Биотехнологические основы процесса производства творога.
2. Характеристика первичных и вторичных метаболитов.

Вариант № 5

1. Сущность биотехнологических процессов производства пива.
2. Состав и характеристика питательных сред для биотехнологических производств.

Вариант № 6

1. Стадии биотехнологического процесса: назначение, характеристика.
2. Понятие генетической инженерии как направления новейшей биотехнологии. Перспективы использования в различных отраслях народного хозяйства.

Вариант № 7

1. Характеристика микроорганизмов, применяемых в пищевой промышленности.
2. Способы и режимы охлаждения и замораживания мяса. Изменения, происходящие в ходе этих процессов.

Вариант № 8

1. Характеристика биотехнологических процессов, протекающих при производстве сыров.
2. Понятие «цветной» биотехнологии. Характеристика, области применения.

Вариант № 9

1. Классификация способов культивирования микроорганизмов. Характеристика, преимущества и недостатки.
2. Применение ферментов для обработки мясного сырья: цель, способы, преимущества и недостатки.

Вариант № 10

1. Характеристика, современное состояние и перспективы развития пищевой биотехнологии.
2. Биотехнология получения пищевых и биологически активных добавок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Клунова С.М., Егорова Т.А., Живухина Е.А.** Биотехнология: Учеб. – М.: Изд. центр «Академия», 2010. – 256 с.
2. **Евстигнеева Т.Н., Забодалова Л.А., Брусенцев А.А.** Основные принципы переработки сырья растительного, животного, микробиологического происхождения и рыбы: Учеб. пособие. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2010. – 370 с.
3. **Востроилов А.В.** Основы переработки молока и экспертиза качества молочных продуктов. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 512 с.
4. **Кириленко А.В.** Основы информационной культуры. Библиография. Вып. 1: Учеб. пособие / Под ред. Е.Г. Расплетинной. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008. – 156 с.

Дополнительная

5. **Рогов И.А., Антипова Л.В., Шуваева Г.П.** Пищевая биотехнология: Кн. Основы пищевой биотехнологии. – М.: КолосС, 2004. – 440 с.
6. **Мезенова О.Я.** Современные биотехнологии продуктов животного происхождения. Ч. 1: Учеб. пособие. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010. – 344 с.
7. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 240700 «Биотехнология». № 816 от 22.12.2009.
8. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусъ, А.Г. Храмцов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев; Под ред. А.М. Шалыгиной. – М.: КолосС, 2007. – 455 с.
9. От коммерческого училища – к Университету. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2011. – 463 с.
10. Отраслевые журналы: «Молочная промышленность», «Переработка молока», «Пищевая промышленность», «Мясная индустрия», «Масложировая промышленность», «Пищевые ингредиенты: сырье и добавки». Газета «Все о молоке».

Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы

1. Электронная библиотека издательства «Лань»
<http://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru>;
3. Библиотека. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru>;
4. Российская электронная библиотека: <http://www.elbib.ru>;
5. Электронный учебник «Основы биотехнологии», код доступа **<http://www.biotechnolog.ru/intro.htm>**
6. Интернет-журнал «Коммерческая биотехнология», код доступа: www.cbio.ru
7. <http://window.edu.ru/resource/546/68546/files/kamchatgtu040.pdf>
8. <http://www.isuct.ru/e-lib/node/98>
9. <http://lib.ifmo.ru/>
10. <http://www.dairyunion.ru/008.pdf>

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ПРАКТИЧЕСКИЕ И СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	6
Раздел 2. Биотехнология как наука	6
Занятие № 1 (семинар). Характеристика основных объектов биотехнологии	14
Раздел 3. Применение биотехнологических процессов в различных отраслях промышленности	15
Занятие № 2 (семинар). Экологические аспекты биотехнологии	21
Раздел 4. Теоретические основы пищевой биотехнологии процессов	22
Занятие № 3. Биотехнологические процессы в пищевой промышленности	28
Раздел 5. Биотехнологические процессы в производстве продуктов животного происхождения	29
Занятие № 4. Биотехнологические процессы в производстве различных видов молочных продуктов	45
Занятия № 5, 6 (выездные). Биотехнология продуктов функционального назначения на молочной основе и оборудование для ее реализации на ОАО «Петмол» компании«ДАНОН».....	45
Занятие № 7. Основы промышленной переработки мясного и рыбного сырья	46
Раздел 6. Биотехнологические основы переработки сырья растительного происхождения	47
Занятие № 8. Биотехнология отдельных пищевых продуктов из растительного сырья	50
Занятие № 9 (выездное). Современные технологии пивоварения (хлебопечения)	51
Раздел 7. Основы информационной культуры Библиография	52
ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ РЕФЕРАТОВ	52

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КОЛЛОКВИУМУ ПО МОДУЛЮ № 1	54
ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КОЛЛОКВИУМУ ПО МОДУЛЮ № 2	55
ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ	57
ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (для студентов заочной формы обучения)	60
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	63

Забодалова Людмила Александровна

**ВВЕДЕНИЕ
В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный редактор
Т.Г. Смирнова

Титульный редактор
Е.О. Трусова

Компьютерная верстка
Н.В. Гуральник

Дизайн обложки
Н.А. Потехина

*Печатается
в авторской редакции*

Подписано в печать 06.07.2015. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 4,19. Печ. л. 4,5. Уч.-изд. л. 4,25
Тираж 50 экз. Заказ № С 51

Университет ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

Издательско-информационный комплекс
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

