

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский федеральный университет»

Институт торговли и сферы услуг
(наименование института)

Кафедра технологии и организации общественного питания
(наименование кафедры)

Биоконверсия растительного сырья в производстве кондитерских изделий

*Методические указания для выполнения контрольной работы
для магистров направления подготовки*

19.04.02 Продукты питания из растительного сырья

магистерской программе

19.04.02.01 Современные технологии и безопасность хлеба, хлебобулочных и
кондитерских изделий

для заочной формы обучения

Красноярск 2025

Биоконверсия растительного сырья в производстве кондитерских изделий [Электронный ресурс]: метод. указания для контрольной работы / Сиб. федер. ун-т, Ин-т торговли и сферы услуг; сост.: О.В. Киселева. - Красноярск : СФУ, 2025. – 18 с.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ТРАДИЦИОННОЕ РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ.....	6
2. БИОКОНВЕРСИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕРМЕНТОВ	9
3. ТЕХНОЛОГИЯ МИКРОБНОЙ БИОКОНВЕРСИИ.....	11
4. ТЕХНОЛОГИЯ МИКРОБНОЙ БИОКОНВЕРСИИ.....	14
5 МЕТОДИКА ОФОРМЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	15
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	17

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Биоконверсия растительного сырья в производстве кондитерских изделий» предусматривает изучение сырья и методов биоконверсии с использованием ферментов и микробной биоконверсии, а также пищевых продуктов, полученных в результате биоконверсии. Технологии биоконверсии растительного сырья широко применяются в пищевой и кондитерской промышленности с целью получения высококачественной и конкурентоспособной продукции, а также организации малоотходных производств. Так, например, такие отходы пищевых производств, как яблочные выжимки, корзинки подсолнечника, корочки цитрусовых, используют в качестве сырья при получении пектина с помощью ферментативного гидролиза с использованием целлюлаз, гемицеллюлаз и пектолитических ферментов. Разнообразие растительного сырья, его технологических свойств предполагает возможность различных путей его переработки. Основным элементом технологии препаратов растительных жирорастворимых витаминов является способ их извлечения из сырья. Выбор способа извлечения определяет процедуры подготовки сырья к основному технологическому этапу и характер заключительных операций при получении продукта. При получении витаминизированных масел из свекловичного сырья, такого как зародыши зерновых культур или иные отходы зерна, богатые витаминами, сырье предварительно обогащают путем ферментации гидролитическими ферментами. При ферментации происходит гидролиз нелипидных компонентов сырья, повышаются его масличность, доля свободных липидов, степень экстрагируемости и чистота конечного продукта. Комплекс гидролитических ферментов для обогащения сырья подбирают в соответствии с составом нелипидных компонентов. В сырье, богатом белком, основным препятствием для экстракции липидов являются белково-липидные взаимодействия. Для расщепления белка используют препараты протеолитических ферментов. Чтобы обеспечить доступ протеиназ к белку и повысить скорость массообмена при гидролизе, необходимо разрушить структуры клеточных стенок сырья. Соответственно в комплекс ферментов вводят целлюлазы и гемицеллюлазы.

Биоконверсия растительного сырья в своей основе является синтезом теоретических и практических дисциплин таких наук, как микробиология, аналитическая и неорганическая химия, а также включает процессы и аппараты химической и пищевой промышленности.

Учебное пособие состоит из пяти разделов.

Первый раздел содержит сведения о традиционном растительном сырье для биоконверсии.

Во втором разделе дана характеристика генетически модифицированного растительного сырья и приведены меры по обеспечению безопасности пищевой продукции из ГМИ (генетически модифицированных источников).

Третий раздел посвящен биоконверсии с использованием ферментов. Дана общая характеристика и классификация ферментов, описаны механизмы действия, методы количественного определения и технология получения ферментов.

В четвертом разделе приведены особенности микробной биоконверсии, особенности биоконверсии в различных пищевых производствах. В конце разделов предлагаются контрольные вопросы для лучшего усвоения материала.

1. ТРАДИЦИОННОЕ РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ

Задание №1 Общая характеристика и классификация растительного сырья

Растительное сырье – это растительные организмы (целые растения или их части), которые используются человеком в различных отраслях промышленности. В зависимости от цели применения различают сырье пищевое, кормовое, лекарственное, техническое. Пищевое растительное сырье подразделяется на культивируемое и дикорастущее. К культивируемому сырью относится плодовоовощное традиционное, плодовоовощное генетически модифицированное, зерно и продукты его переработки (традиционное и генетически модифицированное), травянистое; к дикорастущему – плодовоовощное традиционное и травянистое. Для производства продуктов питания используется растительное сырье одного вида, разных видов, а также в комплексе с животным сырьем.

Задача №2 Химический состав и строение растительных клеток

Углеводы – основной энергетический материал плодов и овощей. Содержание их в расчете на сырую массу невысокое, поэтому и калорийность плодов и овощей невелика. Однако такие распространенные углеводы, как сахароза, фруктоза, глюкоза, хорошо усваиваются организмом, что и обуславливает значение плодов и ягод в питании человека.

Пектиновые вещества. Высокомолекулярные соединения углеводной природы. Однако молекулярная масса их значительно ниже, чем клетчатки и гемицеллюлозы, и колеблется от 20 до 50 тыс. Различают протопектин (нерастворим в воде), пектин (растворим в воде) и пектиновую кислоту. Пектин представляет цепочку соединенных между собой остатков галактуроновой кислоты; протопектин – различным образом связанные цепочки метилированных полигалактуроновых кислот (рис. 4). Протопектин образует комплексы с гемицеллюлозами и клетчаткой. Он нерастворим в воде, но довольно легко подвергается кислотному и ферментативному гидролизу до пектина. При действии на пектин разбавленных щелочей или фермента пектиноэстеразы легко отщепляются метоксильные группы, образуются метиловый спирт и полигалактуроновая (пектовая) кислота. Далее под действием фермента полигалактуроназы полигалактуроновая кислота распадается на молекулы галактуроновой кислоты.

Белки. Все разнообразие признаков и свойств живых организмов определяется особенностями обмена веществ каждого данного вида, а в конечном счете набором и активностью структурных и ферментных белков, синтезируемых его клетками. Само возникновение жизни на земле было бы невозможно при отсутствии условий для образования молекул белка.

Первостепенная роль белков в процессе жизнедеятельности любого организма, каждого его органа и клетки дала основание назвать их протеинами (от греч. протос – первый). Для класса белков характерно чрезвычайное разнообразие функций.

Липиды. К липидам (от греч. липос – жиры) относится обширная группа органических веществ: жиры, воски, фосфатиды, терпеноиды, эфирные масла. Все они очень различны по химическому строению (рис. 5) и биологическому действию, однако обладают и некоторыми общими свойствами: не растворимы в воде и поэтому из живых клеток могут быть экстрагированы лишь некоторыми (неполярными) растворителями – хлороформом, эфиром, бензолом и др. Общебиологическая роль липидов обусловлена тем, что они являются обязательным компонентом клеточных мембран, представляют собой самый концентрированный из всех пищевых веществ источник энергии и выполняют ряд защитных функций.

Красящие и дубильные вещества. Красящие вещества в растениях представлены флавоноидами (рис. 6), каротиноидами (рис. 7), хлорофиллами и др. Флавоноиды в зависимости от структуры связующего трехуглеродного фрагмента в молекуле и степени окисленности подразделяются на катехины, лейкоантоцианиды, флаваноны, флаванолы, антоцианидины, флавоны, флавонолы и др. Наиболее восстановленные соединения – катехины (рис. 8), наиболее окисленные – флавонолы.

Дубильные вещества широко распространены в плодах, в овощах их меньше. Дубильные вещества – полиоксифенольные соединения с молекулярной массой порядка 500–3000. В растворах осаждают белки, растворимы в воде. Обладают вяжущим свойством и придают характерный терпкий оттенок вкуса.

Минеральные вещества. Из макроэлементов, встречающихся в плодах и овощах, наиболее важны кальций, калий, натрий, фосфор, а также железо. В настоящее время выяснена важная роль в процессах обмена веществ и жизнедеятельности организмов многих микроэлементов, в первую очередь марганца, магния, молибдена, бора, цинка, меди и др. Они способствуют образованию соединений с белками и нуклеиновыми кислотами, влияющих на различные биологические функции. Например, в состав хлорофилла входит магний. Многие микроэлементы активируют ферментативные реакции и в результате влияют на все процессы обмена веществ.

Витамины и витаминоподобные вещества. Витамины – органические вещества разнообразной химической природы. Они не являются источником энергии или пластического материала, а регулируют обмен веществ в организме. Отсутствие (авитаминоз), недостаток (гиповитаминоз), а также избыток (гипервитаминоз) витаминов ведет к всевозможным расстройствам. Многие витамины синтезируются только в растениях, причем по отношению к некоторым из них (С, Р, фолиевая кислота) плоды и овощи являются монополярными поставщиками.

Контрольные вопросы:

1. По каким признакам разделяют традиционное растительное сырье?
2. Химический состав растительной клетки.
3. Какие органические вещества входят в состав растительной клетки?
4. Какие органеллы участвуют в синтезе липидов и углеводов?
5. Органеллы общего значения.
6. Какие органеллы клетки мембранного типа, какие – немембранного?
7. Продукты гидролиза полисахаридов.
8. Перечислите функции в клетке углеводов, белков, липидов.

2. БИОКОНВЕРСИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕРМЕНТОВ

Задание №3 Общая характеристика и классификация ферментов. Классификация и номенклатура ферментов. Структурная и функциональная организация ферментов.

Одной из важнейших функций белков является катализ химических реакций. Подавляющее число химических превращений в организме носит каталитический характер. Ферменты – биологические катализаторы белковой природы (от греч. *enzyme* – в дрожжах или от лат. *fermentatio* – брожение). Ферменты ускоряют реакции в миллионы раз. Многие реакции не могут протекать в организме в отсутствие ферментов. Например, гидратация углекислоты, катализируемая карбоангидразой, является одной из наиболее быстрых реакций.

Задание №4 Ферментативная переработка растительного сырья.

Гидролиз крахмала происходит под действием амилолитических ферментов. К группе амилолитических ферментов относятся α - и β -амилазы, глюкоамилаза, пуллулаза, изоамилаза. Амилазы очень широко распространены в природе. Они синтезируются многими микроорганизмами (бактерии, грибы, актиномицеты, дрожжи) и растениями. До развития ферментной промышленности главным промышленным источником получения амилаз в европейских странах было проросшее зерно (солод). В настоящее время главным источником амилаз являются микроорганизмы, особенно бактерии, грибы и реже дрожжи.

Задание №5 Ферментные препараты

Для выделения ферментов чрезвычайно важным является выбор подходящего исходного материала, так как он часто определяет конечный результат работы. Для получения ферментов используют семена, проростки или органы растений, клеточную массу микроорганизмов. С повышением концентрации данного фермента в биологическом сырье задача его выделения существенно облегчается. Так, в условиях индуцированного образования ферментов у микроорганизмов концентрация их в клетках повышается во много раз. Например, при индуцированном синтезе кислой фосфатазы содержание ее в клетках кишечной палочки доходит до 6 % и выше от общего сухого веса клеток. В этом и аналогичных случаях для препаративного получения чистого фермента достаточно исходить из 50–200 г клеточной массы. При прорастании семян растений активность многих ферментов значительно повышается, поэтому при выделении растительных ферментов нередко используют 5–10-дневные проростки. У микроорганизмов активность некоторых ферментов,

например триптофанпирролазы, может быть повышена путем предварительного выращивания микробов на средах с добавленным субстратом. Это явление получило название индуцированного образования ферментов.

Задание № 6 Продукты ферментативной биоконверсии

Пищевые красители – основная группа веществ, применяемых для окрашивания пищевых продуктов практически всеми пищевыми предприятиями. Натуральные пищевые красители выделяют из раз личных частей дикорастущих и культурных растений, отходов пере работки растительного сырья на винодельческих, сокопроизводящих и консервных заводах, а также получают путем химического или микробиологического синтеза. Технологии выделения натуральных пищевых красителей различны и зависят от вида сырья, свойств извлекаемых красителей, вида сопутствующих веществ. Их экстрагируют из природного сырья соответствующими растворителями, полученные экстракты очищают, концентрируют.

Контрольные вопросы:

1. Что такое специфичность фермента?
2. Зависимость активности фермента от температуры.
3. Назовите факторы, влияющие на снижение энергии активации ферментативной реакции.
4. Какие ферменты катализируют гидролитические реакции?
5. Цель применения в технологии пищевых продуктов негидролитических ферментов.
6. Ферменты, катализирующие окислительно-восстановительные реакции.
7. Какие изомеры токоферола обладают наибольшей оксидантной способностью?
8. Ферменты, катализирующие расщепление лигнина.
9. Какой фермент используется при получении циклодекстринов из крахмала?

3. ТЕХНОЛОГИЯ МИКРОБНОЙ БИОКОНВЕРСИИ

Задание №7 Сырье для микробной биоконверсии

В качестве основных источников сырья для микробной биоконверсии используют отходы пищевой промышленности и сельскохозяйственного производства. Растительные отходы сельского хозяйства: кукурузная кочерыжка, подсолнечная лузга, рисовая и хлопковая шелуха. Хлопковая шелуха представляет собой твердую оболочку семян хлопчатника, покрытую короткими волокнами хлопка. Состав хлопковой шелухи зависит от сорта хлопчатника. Она содержит 36–48 % целлюлозы, 20–31 – лигнина и 21–28 % пентозанов. Средний выход шелухи при шелушении хлопковых семян 31,4 % их массы. Кукурузная кочерыжка – это стержень, остающийся после отделения кукурузных зерен от початков. Выход кочерыжки – 25–35 % массы початков. Состав стержней в среднем следующий (в % к массе стержней): вода – 8, сырой протеин – 2,8, сырой жир – 0,7, безазотистые экстрактивные вещества – 54,7, сырая клетчатка – 32,8, зола – 1. Подсолнечная лузга – отход при производстве масла из семян подсолнечника. Выход ее составляет 30–40 % массы семян. Подсолнечная лузга содержит 1,4 % богатого углеродом пигмента фитомелана, 23,6–28 пентозанов, 52–66 – клетчатки, 24,8–29,6 лигнина, 31–42,4 % целлюлозы. Рисовая шелуха содержит 18 % легко- и 29 % трудногидролизуемых полисахаридов. Общий выход РВ 50–58 %.

Задание №8 Предварительная обработка сырья

Ферментативный гидролиз. Разложение целлюлозы микроорганизмами происходит под действием комплекса микробных внеклеточных целлюлолитических ферментов. Это сложный и медленно текущий процесс, осуществлению которого мешают многие факторы, например, присутствие в реакционной среде лигнина и продуктов его частичного гидролиза.

Химический гидролиз. Наиболее активными химическими катализаторами реакции гидролиза полисахаридов растительной ткани являются минеральные кислоты и щелочи. При обработке растительного сырья кислотой лигнин остается нерастворимым, а целлюлоза и гемицеллюлозы гидролизуются. Щелочь, частично растворяя лигнин, не расщепляет целлюлозу и гемицеллюлозы полностью, однако делает их более доступными для последующего воздействия ферментов микроорганизмов, которые способны расти на этом субстрате. Поэтому щелочная обработка целлюлозы может быть перспективна в комбинации с ферментативным гидролизом.

Задание №9 Культивирование микроорганизмов

Общими для всех производств являются следующие стадии:

Получение посевного материала. Для получения посевного материала используют исходную культуру микроорганизма, которая поступает из научно-исследовательских институтов и посевных станций. Перед введением в производственный процесс культура проходит несколько стадий выращивания на жидкой среде и в посевных аппаратах, что обеспечивает необходимый объем и качество посевного материала.

Подготовка питательной среды. Потребность в тех или иных веществах определяется физиологическими особенностями данного вида микроорганизмов, но во всех случаях среда должна представлять собой водный раствор этих веществ и обеспечивать приток их в клетку в определенном количестве.

Выращивание производственной культуры (производственное культивирование) составляет основную и самую длительную стадию технологического процесса.

Процесс осуществляется в ферментерах. Ферментер представляет собой цилиндрическую емкость из нержавеющей стали со сферической крышкой. Аппарат снабжен термостатирующим, перемешивающим, аэрирующим и регулирующим pH среды устройством, оборудован системой подачи среды, воды, пара и т.д. Основное требование, предъявляемое к ферментеру, – сохранение стерильности при интенсивной аэрации питательной среды.

Методы культивирования. В микробиологической промышленности для выращивания микроорганизмов применяют поверхностный и глубинный методы.

Контроль за производством осуществляется путем отбора проб и проведения соответствующих анализов, также при помощи контрольно-измерительных приборов.

Выделение конечного продукта. После стадии культивирования микроорганизма-продуцента следующим технологическим этапом является выделение и очистка конечного продукта из культуральной жидкости. Для большинства микробиологических процессов эта стадия начинается с разделения двух фаз, так как конечный продукт может находиться либо в самом растворе, либо в микробной массе.

Контроль качества продукции. Это завершающая стадия любого производства. Контроль производства продуктов микробиологического синтеза включает весь комплекс химических, биохимических и микробиологических анализов и измерений по учету качественных и количественных показателей технологического режима на всех этапах производства, начиная с определения качества сырья и заканчивая оценкой качества готовой продукции.

Контрольные вопросы:

1. Какое растительное сырье используется для прямой биоконверсии?
2. Отходы пищевой промышленности, используемые в качестве сырья для микробной биоконверсии.
3. Почему отруби и зерновые отходы можно рассматривать как субстраты для биоконверсии?

4. Какие отходы консервной промышленности имеют наибольшее значение как сырье для биоконверсии?

5. Назовите отходы крахмало-паточной промышленности, используемые для микробной биоконверсии.

6. Способы предобработки растительного сырья.

7. Цель предварительной обработки сырья.

8. Назовите способы культивирования микроорганизмов.

9. Какие стадии включает технология культивирования?

10. Как осуществляют выбор микроорганизма?

4. ТЕХНОЛОГИЯ МИКРОБНОЙ БИОКОНВЕРСИИ.

Задание №10 Применение биоконверсии растительного сырья в пищевых производствах

Хлебопекарное производство:

Технологический процесс производства хлеба всех сортов включает следующие основные стадии: подготовка сырья, замес, брожение, разделка (деление и формовка), расстойка теста и выпечка тестовых заготовок. Хлеб вырабатывают из пшеничной и ржаной муки и из их смеси.

Задание №11 Применение ферментных препаратов и гидролизатов в хлебопечении и кондитерском производстве.

В хлебопечении применяют препараты амилолитических (α -амилазы, глюкоамилазы) и протеолитических ферментов, β -галактозидазы, β -фруктофуранозидазы, препараты целлюлаз и гемицеллюлаз, окислительно-восстановительных ферментов (липоксигеназы, глюкозооксидазы, каталазы). В качестве источника глюкоамилаз используют препараты «Глюкаваморин П10х», «Глюкаваморин Г20х», «Глюкоделемарин П10х», «Глюкобататин П10х», а также «Амилоризин П10х», в котором глюкоамилазы содержатся в небольших дозах. Существует также ферментный препарат «Глюкоамилаза очищенная» (ТУ 59.01.003.65-83), полученный из культуры гриба *Asp. awamori*.

Контрольные вопросы:

1. Какие биохимические процессы происходят при брожении теста?
2. Окислительно-восстановительные ферменты, используемые в хлебопечении.
3. С какой целью в хлебопечении используют фермент амилазу?
4. Цель применения ферментных препаратов в кондитерской отрасли.
5. Особенности ферментных препаратов, используемых в кондитерском производстве.

5. МЕТОДИКА ОФОРМЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

При выполнении работы необходимо придерживаться правил:

- вначале полностью переписывается тема по которой вы будете писать реферат, а затем развернуто пишется ответ;
- между ответом на вопрос и текстом следующего должен быть интервал в 3-4 строчки.

Ответы на задания должны показать умение студента анализировать и обобщать изучаемый материал. Ответ должен быть конкретным, полностью раскрывать излагаемый вопрос, а изложение чётким и ясным без переписывания текста из учебника. В конце работы приводится список используемой литературы.

Контрольную работу студент должен выполнить и выслать для проверки в точно установленный срок.

Студент выполняет контрольную работу, согласно варианта, задания на контрольные работы указаны в соответствующем разделе.

К выполнению контрольной работы студент приступает лишь после изучения всего учебного материала по дисциплине.

Задания для контрольной работы составлены по четырем разделам и одиннадцати практическим заданиям. Номер варианта выбирается по последней цифре личного шифра студента. Если шифр оканчивается на цифру 1, выполняется первое практическое задание, на цифру 2 – второе практическое задание и т.д.

Контрольная работа выполняется только на компьютере формат А4, шрифт 14, интервал полуторный; поля: слева – 3 см, справа – 1,5 см, сверху, снизу – 2 см; форматирование по ширине.

На обложке контрольной работы указывается наименование учебного заведения, отделение, фамилия, имя отчество студента, адрес, шифр, наименование модуля и номер варианта контрольной работы.

Получив проверенную работу, студент должен выполнить указания рецензента, исправить отмеченные ошибки, если они имеются.

Проверенные контрольные работы представляются при сдаче зачета. Практическую работу студенты выполняют в период экзаменационной сессии, руководствуясь методическими рекомендациями.

К сдаче зачета допускается студент, прошедший теоретический и практический курс обучения в период сессии, полностью выполнивший все задания контрольной работы.

Текстовые документы выполняют печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210x297 мм), шрифтом Times New Roman 14 размера, межстрочный интервал принимают одинарный или полуторный. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту документа и равен пяти знакам (12,5 мм).

В исключительных случаях допускается рукописное изложение текста документа. При этом почерк должен быть четким и аккуратным, чернила

одного цвета, высота букв и цифр не менее 2,5 мм, расстояние между строк не менее 8 мм и не более 10 мм.

Текст контрольной работы печатают на листах (без рамки) с соблюдением следующих размеров полей:

- левого – 30 мм;
- верхнего и нижнего – 20 мм;
- правого – 10 мм.

Страницы текстового документа нумеруют арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему документу. На листах без рамки номер страницы проставляют в центре нижней части листа. Титульный лист текстового документа включают в общую нумерацию страниц. Номер страницы на титульном листе не проставляют.

Оформление контрольной работы производят в соответствии с СТУ 7.5–07–2021 «Стандарт организации. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности» (<https://about.sfu-kras.ru/node/8127>).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Просеков, А. Ю. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения : учебник / Просеков А. Ю., Неверова О. А., Пищиков Г. Б., Позняковский В. М. - 2-е изд., перераб. и доп. - Кемерово : КемГУ, 2019. - 262 с. - Б. ц. - Текст : непосредственный.
2. Гнеуш, А. Н. Биоконверсия растительного сырья : учебное пособие / Гнеуш А. Н., Юрина Н. А., Копыльцов С. В., Петенко А. И. - Краснодар : КубГАУ, 2020. - 187 с. - ISBN 978-5-907402-42-3 : Б. ц. - Текст : непосредственный.
3. Машанов, А. И. Биоконверсия растительного сырья : учебное пособие / Машанов А. И. - Красноярск : КрасГАУ, 2014. - 223 с. - Б. ц. - Текст : непосредственный. Рекомендовано Сибирским региональным учебно-методическим центром высшего профессионального образования для межвузовского использования в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки магистров 260100.68 «Продукты питания из растительного сырья»
4. Неверова, О.А. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учеб. / О.А. Неверова, Г.А. Горелико ва, В.М. Позняковский. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007.
5. Технология биоконверсии растительного сырья: учеб. пособие / П.В. Миронов, Н.А. Величко, О.Н. Еременко [и др.]. – Красноярск: СибГТУ, 2002. Ч. 1. 18. Технология биоконверсии растительного сырья: учеб. пособие / П.В. Миронов, Н.А. Величко, О.Н. Еременко [и др.]. – Красноярск: СибГТУ, 2002. Ч. 2. 19. Технология пищевых производств / Л.П. Ковальская, И.С. Шуб, Г.М. Мелькина. – М.: Колос, 1999.

Дополнительная литература

1. Дубровская, Н. О. Производство безглютеновых хлебобулочных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья / Н. О. Дубровская, Л. И. Кузнецова, О. И. Парахина. - (Наука - технология). - Текст : непосредственный // Хлебопродукты. - 2016. - № 11. - С. 36-37 : рис. - Библиогр.: с. 37 (5 назв.). - ISSN 0235-2508.
2. Хамицаева, А. С. Теоретические основы разработки технологий мучных и мясных изделий с использованием модифицированного растительного сырья : монография / Хамицаева А. С., Будаев А. Р. - Владикавказ : Горский ГАУ, 2019. - 256 с. - ISBN 978-5-906647-59-7 : Б. ц. - Текст : непосредственный.

3. Гришина, Е. С. Технология кондитерских изделий: практикум : практикум / Е. С. Гришина, Н. Л. Чернопольская. - Омск : Омский ГАУ, 2020. - 71 с. - ISBN 978-5-89764-878-8. Книга из коллекции Омский ГАУ - Технологии пищевых производств