

Анализ современного состояния применения вторичного растительного сырья пищевой промышленности: обзор предметного поля

Наталья Александровна Березина

Доктор технических наук

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина

Орел, Россия

berezina@orelsau.ru

ORCID 0000-0001-7421-0332

Евгения Викторовна Хмелева

Кандидат технических наук

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина

Орел, Россия

hmelevaev@bk.ru

ORCID 0000-0002-3867-6992

Поступила в редакцию 12.11.2022

Принята 12.01.2023

Опубликована 15.03.2023

УДК 664:502.174.1

EDN AGCICW

БАК 4.3.3. Пищевые системы (технические науки)

OECD 02.11.JY FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Аннотация

Работа посвящена современному краткому обзору использования вторичного растительного сырья пищевых производств в пищевой и перерабатывающей промышленности. Целью данного обзора является выявление ключевых аспектов использования отходов пищевых производств. В рамках обзора предметного поля отобраны 82 источника из баз данных РИНЦ, Scopus, Web of Science, опубликованных в 2006-2022 годах и посвященных характеристике вторичного сырья пищевых производств, способам его переработки и использования в качестве функциональных добавок для производства широкого ассортимента продуктов питания и кормовых добавок функционального назначения. Все источники представляют собой оригинальные научно-исследовательские и обзорные статьи, посвященные применению вторичного растительного сырья в перерабатывающих отраслях в России и за рубежом. В материале проведен поиск исследований, опубликованных с 2006 по 2022 год. Основная доля статей представлена оригинальными научно-исследовательскими и обзорными публикациями, посвященными рассмотрению проблемы потери возможности использования вторичного сырья как источников функциональных добавок как в мире, так и у нас в стране. Приведены виды пищевых отходов, образующихся при переработке растительного сырья. Рассмотрены методы и способы обработки и переработки вторичного растительного сырья, позволяющие улучшить состав и потребительские свойства традиционных пищевых продуктов и получить новые продукты с заданным составом и свойствами. Рекомендацией изданного исследования явилось целесообразность использования отходов пищевых производств в качестве кормовых добавок, а также как новых альтернативных источников сырья для создания инновационных продуктов питания повышенной пищевой ценности и функциональной направленности.

Ключевые слова

пищевые отходы, вторичное растительное сырье, переработка растительного сырья, новые виды пищевого сырья, инновационные продукты питания.

Работа выполнена за счет средств федерального бюджета в рамках государственного задания «Разработка биологически активных добавок к пище на основе плодово-ягодного, овощного и лекарственного растительного сырья» (FEEF-2023-0016, регистрационный номер 1023053100014-0-2.11.1).

Введение

На сегодняшний день в России отходы производств, занятых в пищевой сфере, не всегда находят рациональное применение во вторичной переработке. Для этого необходимо развитие пищевых и перерабатывающих производств, требующее решения задач, связанных с совершенствованием техники и технологий, применяемых для рационального использования побочных продуктов и отходов пищевых производств (Иванова, 2017).

Ежегодно на пищеперерабатывающих предприятиях России образуется более 20 млн тонн вторичного сырья, загромаждающего производство, ежедневно подвергающегося микробиологической порче. В преобладающем большинстве такие отходы не находят квалифицированного применения и в основной массе, в лучшем случае, вывозятся на полигоны хранения в зависимости от их агрегатного состояния (Шванская и соавт., 2011).

Эта проблема требует ее скорейшего решения, так как кроме её экологической составляющей неоспоримым фактором необходимости вторичного использования отходов пищевых производств является то, что при переработке в них переходят полезные вещества первоначального сырья. Они необратимо теряются при утилизации и кроме загрязнения окружающей среды безвозвратно утрачиваются полезные белки, углеводы, жиры, минеральные вещества и витамины.

Вместе с тем значительное количество отходов пищевых производств возможно использовать в качестве кормовых добавок, новых источников сырья для создания инновационных продуктов питания. Работы в этом направлении ведутся по всему миру.

Работа посвящена современному краткому обзору использования вторичного растительного сырья пищевых производств в пищевой и перерабатывающей промышленности. Поскольку целью данного обзора является выявление ключевых аспектов использования отходов пищевых производств, необходимо ответить на следующие исследовательские вопросы: какие виды отходов образуются при переработке растительного сырья, какие способы переработки и использования вторичного растительного сырья рассмотрены существующей литературой.

Материалы и методы исследования

В рамках данной работы был проведён анализ российской и зарубежной литературы за более чем десятилетний период. Для поиска статей использовались комбинации ключевых слов: «пищевые отходы», «вторичное растительное сырье», «переработка + вторичное растительное сырье». Поиск и подбор источников производился в международных базах данных Scopus, Web of Science, а также отечественных eLibrary.Ru и КиберЛенинка. Рассматривались публикации за временной промежуток с 2006 года по 2022 год. Было отобрано 82 статьи, в том числе 76 статей на русском и 6 – на английском языке.

Результаты и обсуждение

В представленном обзоре приведены виды пищевых отходов, образующихся при переработке растительного сырья. Рассмотрены методы и способы обработки и переработки вторичного растительного сырья, позволяющие улучшить состав и потребительские свойства традиционных пищевых продуктов и получить новые продукты с заданным составом и свойствами.

Вторичным сырьем при производстве сахара являются жом, диффузионная вода, меласса, при уборке свеклы в поле – ботва, отходами бродительных производств – барда, углекислота, отработанные дрожжи, сивушные масла. При производстве соков, морсов, ликероналивочных изделий образуются выжимки или мезга, содержащая пектины, клетчатку, натуральные красящие компоненты переработанных плодов и ягод.

Крахмалопаточные производства при переработке крахмалистого сырья образуются такие отходы, как мезга, клеточный сок (при переработке картофеля), мезга, зародыш и глютен (при переработке пшеницы и кукурузы). Богатый и разнообразный состав таких отходов позволяет использовать их как источники для получения пищевых волокон, белковых добавок и липидсодержащих компонентов при производстве широкого ассортимента пищевых и кормовых добавок.

Вторичным сырьем при производстве крупяных и масложировых продуктов является мучка, лузга, жмыхи и шроты. В винодельческой промышленности до 25% от перерабатываемого сырья является такое вторичное сырье, как виноградные выжимки, гребни и семена. При производстве пива и безалкогольных напитков образуется пивная дробина, солодовые ростки, пивные дрожжи и белковый отстой. В консервном, овощесушильном и пищекопцентратном производствах применяются различные овощи, садово-ягодные культуры, а также бобовые, крупяные и другие продукты. Отходами являются очистки, листья, кочерыжки, мезга, выжимки, кожица и семена, створки бобов.

При этом, к примеру, свекловичная ботва является хорошим кормом для крупного рогатого скота, откармливаемого на мясо. Свекловичный жом, выход которого составляет 70-80% от массы перерабатываемой свеклы, содержит растворимые и нерастворимые пищевые волокна, такие как пектин и клетчатка. Данный отход служит ценным кормовым сырьем, а также используется для производства высококачественного пищевого пектина и пектинового клея. Имеются исследования по использованию сухого свекловичного жома для производства высококачественных пищевых волокон, рекомендуемых для обогащения хлебобулочных изделий (Мазалова, 2015). Оптимизированы технологические режимы производства пищевых волокон из свекловичного жома с повышенной водосвязывающей и сорбционной способностью (Березина и соавт., 2014).

Кроме всего прочего, сейчас уже разработаны технологии мучных хлебопекарных смесей с пищевыми волокнами из свекловичного жома (Berezina и соавт., 2021). Установлено, что пищевые волокна из свекловичного жома и пшеницы обладают сорбционными свойствами различных вредных веществ из растворов (Березина, 2014). М.Ю. М.Ю. Тамова совместно с сотрудниками доказали детоксикационные свойства пищевых волокон из свекловичного жома (Тамова, 2019).

Такой пищевой отход, как меласса содержит значительное количество сбраживаемых сахаров и минеральных веществ и используется в спиртовом производстве (Сидоренко, 2006), в производстве хлебопекарных дрожжей и глицерина (Озубекова, 2019), при производстве витамина В₁₂, глутамата натрия, молочной кислоты (Шалкарова, 2018), а также как добавка в корма для животных (Гуляева и соавт., 2011). Имеются исследования по очистке свекловичной мелассы от нежелательных примесей путем коагуляции твёрдых частиц с последующей фильтрацией и тонким барботированием специализированной газовой смесью. Опытный продукт может быть рекомендован для кондитерских паст аналогично тростниковой и кленовой мелассам (Шердани, 2021).

Барда применяется для производства пищевых и кормовых дрожжей, глицерина, удобрений, включается в кормовой рацион как высокобелковый компонент. Обработка послеспиртовой барды селекционированным консорциумом анаэробных микроорганизмов путём их направленного культивирования позволила получить белковые кормовые продукты с содержанием протеина 45-47%. В обработанной таким способом барде содержатся легкоперевариваемые углеводы и продукты метаболизма молочнокислых и пропионовокислых бактерий, придающих корму пробиотические свойства (Волкова, 2016).

Кроме того, разработана и технология биоразлагаемой упаковки из спиртовой барды, свекловичного жома, пивной дробины, масленичного жома и костного клея (Антипов, 2014). А из соковых выжимок вишни, алычи, аронии, бузины, винограда с применением обратноосмотических мембран получены концентраты натуральных красящих веществ насыщенного красного и бордового цветов,

содержащие значительное количество полифенольных веществ (Родионова и соавт., 2021). Рекомендуются для соков, пюреобразных консервов, безалкогольных напитков, мороженого с целью повышения насыщенности цвета и улучшения пищевой ценности (Сидоренко, 2006).

Разработан экстракт из клюквенного жмыха, полученный путем его обработки водно-спиртовым растворителем с последующей деагаголизацией и концентрированием на роторном испарителе до содержания сухих веществ $74,5 \pm 0,9$ %. Содержание витамина С в новом продукте составляет $18,9 \pm 0,9$ % (Петрова и соавт., 2018).

Едыговой С.Н и Хатко З.Н. исследована кинетика извлечения пектиновых веществ из выжимок айвы с применением электроактивированной воды (Едыгова с соавт., 2011).

Томатные выжимки являются ценным источником каротиноидов, в том числе ликопина, имеющего высокую антиоксидантную активность (Лисовая с соавт., 2021). Pataro G. с сотрудниками исследована возможность подготовки выжимок томатов к экстракции ликопина импульсным электрическим полем. Установлено, что скорость извлечения ликопина, как ацетоном, так и этиллактатом, увеличивается на 27-37% (Samofalova, 2021). Исследована технология получения ликопинов из томатных выжимок, предварительно подверженным ферментативной обработке препаратами пектиназы и целлюлазы. Предварительная обработка ферментами позволила сократить процесс экстракции и увеличить выход экстракта в 6-10 раз (Vieira с соавт., 2017). Применение ультразвуковой обработки томатных выжимок перед экстракцией позволяет увеличить выход экстракта на 43% и уменьшить температуру обработки до 40 °C (Mateos-Aparicio, 2010).

Из яблочных выжимок предложена технология пищевых волокон методом экстракции лимонной кислотой (Strati, 2015), порошка методом высушивания при температуре не более 100 °C (Роганова, 2015), методом электрохимической активации (Степанова, 2017), яблочной пасты с применением СВЧ-нагрева (Перфилова, 2017). Предложена технология зефира с использованием яблочной пасты, образующейся после отделения из дробленых яблок 40-45% сока (Перфилова, 2018).

Сотрудниками Мичуринского государственного аграрного университета разработан способ производства тыквенного порошка из вторичного сырья производства тыквенной пасты. Способ предусматривает смешивание кожицы и грубых частиц мякоти с оболочками семян тыквы в соотношении 97:3, сушку в инфракрасной сушилке и измельчение. Рекомендуются для обогащения хлебобулочных и мучных кондитерских изделий каротином, пектиновыми веществами и клетчаткой (Янагисава, 2011).

В работе (Мартынец, 2019) приведены результаты исследования выжимок яблок и тыквы. Разработана рецептура пшеничного хлеба с добавлением 15% тыквенных и 9,2% яблочных выжимок. Предложена технология низкотемпературного концентрирования настоев как рационального метода переработки плодово-ягодных выжимок с целью извлечения из них пектина (Панченко, 2021).

Сотрудниками Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» предложена БАД для витаминных премиксов и готовых пищевых продуктов из смеси порошков яблочной и виноградной выжимок, получаемого путем инфракрасной сушки, измельчения и смешивания в соотношении 55-75% и 25-45% соответственно (Причко, 2019).

Разработана рецептура и исследованы органолептические свойства батончиков для спортивного питания с применением белково-минеральной добавки, разработанной на основе вторичного шпротного сырья и яблочных выжимок (Некрасова, 2020), а также технология переработки некондиционного картофеля для получения сахаросодержащих добавок (Орлова, 2017). Предложена интенсивная технология переработки некондиционных клубней, кожуры, мезги, сока, кусочков картофеля в виде срезов с клубней, полуклейстеризованных очисток после пароводотермической обработки картофеля путем влаготепловой обработки дисперсного растительного сырья и получения ингредиентов для кормовых продуктов с пребиотическими свойствами (Калашников, 2017).

Также учёные выявили новую технологическую схему комплексной переработки вторичного продукта крахмального производства и гороховой муки с применением ферментативной экстракции и ультразвукового воздействия. Получен белковый концентрат с массовым содержанием азотистых веществ $72,48 \pm 0,41$ % (Куликов с соавт., 2020).

Исследования доказали экономическую эффективность использования кукурузного глютена для кормления молодняка свиней (Куприянов, 2011) и тонкорунных баранчиков (Абилов, 2013), из лузги после гидролиза возможно получение спирта, дрожжей и фурфурола (Смычагин, 2019).

Для кормовых целей также активно используются жмыхи и шроты (Павлова, 2022). При первичной очистке масел образуются гидратационные фузы, используемые в мыловарении, для получения пищевых и кормовых фосфатидов, олифы (Левахин с соавт., 2014).

Применение подсолнечного шрота и зерновой барды при твердофазном культивировании непатогенного штамма гриба *Aspergillus oryzae* для производства белково-полисахаридных кормов позволяет увеличить содержание незаменимых аминокислот в микробной биомассе (Серба, 2019).

Кроме всего прочего, микробиологи предложили использовать гречневую лузгу в производстве кваса, при приготовлении кваса концентрат квасного суслу заменили настоем гречневой лузги в соотношении 70:30 соответственно (Коростылева, 2015). После исследования состава гречневой муки было установлено высокое содержание в ней жирорастворимых витаминов, полиненасыщенных жирных кислот. Вторичное пищевое сырье было рекомендовано для обогащения продуктов питания (Никифорова, 2014).

Из выжимок винограда предложены технологии получения спирта, энокрасителя и винной кислоты. В настоящее время виноградные выжимки преимущественно используют в качестве удобрения или на корм скоту (Баланов, 2013). Кустовой И.А. разработан виноградный экстракт высокой пищевой ценности на основе использования вакуумной сублимационной сушки в условиях бескислородной среды и применением его при производстве грушевых снеков (Кустова, 2016). Сотрудниками Национального института винограда и вина «Магарач» исследован фенольный состав водно-спиртовых экстрактов из кожицы красного и белого винограда (Чурсина, 2014). В кормопроизводстве виноградные выжимки рекомендуется использовать в смеси с кормовым вермикулитом для получения необходимых физико-химических свойств кормовой добавки (Алимкулов, 2019).

Обработка виноградной выжимки ферментным препаратом Целловиридин позволило получить ягодное пюре, которое было использовано в рецептурной композиции функционального продукта питания – повидла фруктового стерилизованного «Слива-виноград» с содержанием антиоксидантов в готовом продукте 609,5 мг/100 г (Дрофичева, 2021).

Учеными ФГБНУ «Северо-Кавказского Федерального научного центра садоводства, виноградарства и виноделия» проанализирован потенциал виноградных выжимок как источника для производства пищевых волокон. Определено, что содержание кожицы в исследуемых сортах винограда, как основного сырьевого компонента для пищевых волокон составляет 36,7-41,9% (Тихонова, 2019).

Сотрудниками Дагестанского технического университета предложена технология экстракта или порошка из виноградных выжимок, эти продукты предлагается использовать при производстве безалкогольных напитков, хлебобулочных и кондитерских изделий, съедобной потребительской тары (Ибрагимова, 2019). Бакиным И.А., Мустафиной А.С., Алексеенко Л.А. разработано программное обеспечение для расчета пищевой ценности мучных кондитерских изделий при внесении в них добавок вторичных ресурсов плодово-ягодного сырья (Бакин, Мустафина, Алексенко, 2018). Для улучшения аминокислотного состава хлебобулочных изделий Т.А. Никифорова с сотрудниками рекомендовали использовать гороховую муку (Никифорова, 2022).

Пивная дробина в свежем и сухом виде является хорошим молокогонным и белковым кормом, поэтому она используется для скармливания коровами для откорма крупного рогатого скота и свиней (Воронова, 2021). Пивные дрожжи используются в качестве лечебных и питательных препаратов, улучшающих обмен веществ (Куцакова, 2014; Некрылов, 2013; Тарасов, 2022) имеются данные по использованию, для улучшения качества хлебобулочных изделий (Кириева, 2008; Тохтиев, 2016), а также при разработке зернового батончика (Первушин, 2011).

Пивная дробина и пивные дрожжи являясь ценным источником белковых веществ могут быть рекомендованы для получения белковых гидролизатов (Ващило, 2017). Имеются исследования по возможности использования пивной дробины для улучшения пищевой ценности хлебобулочных изделий из пшеничной муки (Житков, 2020; Лаврова, 2015) при производстве мучных кондитерских изделий –

овсяного печенья (Рошпико, 2018), пряников (Лесникова, 2015). Исследовано влияние замены 10% мясного сырья на ферментированную пивную дробину. Установлено значительное влияние на функционально-технологические свойства мясного фарша, увеличение его влагосвязывающей и влагоудерживающей способности, что позволяет увеличить влажность колбасных изделий и снизить их себестоимость (Самигулина, 2018).

Солодовые ростки, благодаря высокому содержанию питательных веществ, являются высокопродуктивным кормом для сельскохозяйственных животных (Байдина, 2021; Радчиков, 2022), а также используются при производстве молочной кислоты и выработке дрожжей из мелассы в качестве азотсодержащего сырья. Высокая ферментативная активность солодовых ростков позволяет рекомендовать их для производства ферментных препаратов для активации брожения. О.Ю. Ереминой с сотрудниками исследован аминокислотный состав (Заугольников, 2020), пищевая и биологическая ценность (Еремина, 2022) солодовых ростков, рекомендовано использование для разработки комбинированных добавок и непосредственного введения в рецептуры с целью обогащения пищевых продуктов.

Установлено, что солодовые ростки увеличивают содержание в печенье минеральных веществ и витаминов группы В. Дозировка ростков в количестве до 10% взамен муки способствует улучшению органолептических показателей готового печенья (Еремина, 2021). Разработаны мюсли с добавлением солодовых ростков с улучшенными органолептическими и физико-химическими показателями (Артемова, 2021). Внесение солодовых ростков в состав йогуртов и мягкого сыра увеличивают интегральные показатели качества готового продукта (Зомитева, 2019). Э.А. Пьяниковой с сотрудниками разработан способ получения пищевой добавки из солодовых ростков и полировочных отходов (Пьяникова, 2018).

Белковый отстой, внесенный в количестве 10 % взамен мясного сырья при производстве колбасных изделий, позволил снизить содержание жира на 1,2 % и увеличить количество белка на 1,9 % в готовом продукте (Мурзагалиева, 2019). Основное применение данных отходов консервного, овощесушильного и пищекокцентратного производств – на корм животным.

Сахаросодержащие плодово-ягодные отходы от производства компотов, варенья, джема (Атаханов, 2017), соков (Мусагутов, 2006), маринадов применяют для производства спирта и уксуса (Вогуска, 1999). Семена – для производства масла, кожицу цитрусовых плодов – для получения эфирных масел и пектиновых веществ. Сиропы из вторичного сырья консервной промышленности рекомендованы для изготовления тыквенных цукатов (Киселев с соавт., 2018).

Также был разработан способ получения пектинового экстракта из створок бобов (Ольховатов, Щербакова, Родионова, Айрумян, Пивень, 2015) и исследована его комплексообразующая способность (Лепшина, 2015).

Отметим, что переработка различных видов сырья проводится с применением различных сред в зависимости от его вида для получения пектиновых веществ и экстрактов. Так, выжимки фруктов, овощей, винограда перерабатывают нагреванием с добавлением воды; отходы переработки овощей и фруктов, отруби – вводом разбавленных растворов минеральных кислот; пленки, оболочки, стебли – солей сернистой кислоты, перекисей; крахмалсодержащее сырье обрабатывают амилитическими ферментами (Петровская, 2011).

Для целей переработки внедряется и новая техника. Так, для извлечения пектина из столовой свеклы методом ультразвуковой обработки разработана специальная конструкция экстрактора. Благодаря применению новой ёмкости продолжительность ферментативной экстракции сократилась на 2 ч, а выход увеличился на 19-21% (Велямов, 2018).

Заключение

При производстве продуктов питания вторичное пищевое сырьё позволяет улучшить состав и потребительские свойства традиционных продуктов и получить новые продукты с заданным составом и свойствами.

Отходы пищевых производств целесообразно использовать в качестве кормовых добавок, а также как новые альтернативные источники сырья для создания инновационных продуктов питания повышенной пищевой ценности и функциональной направленности.

Список литературы

1. Абилов Б.Т., Кильпа А.В., Синельщикова И.А., Шаханов В.А. Эффективность использования вторичного сырья крахмалопаточного производства при откорме тонкорунных баранчиков // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2013. № (6). С. 11-15.
2. Алимкулов Ж.С., Велямов М.Т., Сарманкулов Т.М., Жумалиева Т.М. Производство отечественных комбикормов с использованием нетрадиционных видов сырья перерабатывающих и пищевых производств // Вестник Алматинского технологического университета. 2019. № (4). С. 34-37.
3. Антипов С.Т., Шахов С.В., Жигулина М.О. Внедрение принципов устойчивого развития производства биоразлагаемой упаковки из вторичных материальных ресурсов пищевых производств // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014. № (4). С. 53-57.
4. Артемова Е.Н., Серегина Н.В., Аверина, Е.Ю. Разработка и оценка качества мюсли с солодовыми ростками пшеницы // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2021. № (6). С. 90-93.
5. Атаханов Ш.Н., Рахимов У.Ю., Маллабоев О.Т. Исследование физико-химических и бактериологических показателей джема из соковых выжимок топинамбура // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № (6). С. 36-38.
6. Байдина И.А., Каледина М.В. Экономическая эффективность и использование солодовых ростков в рационах телят // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. 2021. № (2). С. 56-62.
7. Баланов П.Е. Технология бродильных производств. 2013. 66 с.
8. Березина Н.А., Мазалова Н.В., Тарасова А.В. Получение пищевых волокон из вторичного сырья // Научный журнал научно исследовательского университета ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2014. № (1).
9. Березина Н.А., Мазалова Н.В. Свойства пищевых волокон из вторичного сырья свеклосахарного и крахмального производства // Техника и технологии продуктов питания: Наука. Образование. Достижения. Инновации: Материалы конференции. Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс. Орел, Россия. 2014. С. 105-110.
10. Бакин И.А., Мустафина А.С., Алексенко Л.А. РФ Патент № 2018610192. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Расчет пищевой ценности обогащенных мучных кондитерских изделий с добавками вторичных ресурсов плодово-ягодного сырья. 2018.
11. Вацило В.С., Казимиров Е.А., Землякова Е.С. Вторичное сырье для производства белковых гидролизатов // Вестник современных исследований. 2017. № 8. С. 32-34.
12. Велямов Ш.М., Джингилбаев С.С., Актерян, С.Г. Совершенствование процесса переработки растительного сырья с целью извлечение пектина на экстракторе // Новости науки Казахстана. 2018. № (1). С. 117-134.
13. Волкова Г.С., Римарева Л.В., Арифиллина Л.Р., Белекчи А.П. Биоконверсия вторичного сырья спиртового производства в белковые кормовые добавки // Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии. 2016. С. 275-282.
14. Воронова И.В., Игнатьева Н.Л., Немцева Е.Ю. Использование пивной дробины как источника протеина в рационах дойных коров // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1. С. 42-46.
15. Гуляева Т.И., Власова Т.А. Повышение эффективности свеклосахарного производства. 2011. 235 с.

16. Дрофичева Н.В. Использование вторичного сырья переработки винограда в технологии производства функциональных продуктов питания // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. № 69. С. 326-336.
17. Едыгова С.Н., Хатко З.Н. Влияние параметров извлечения пектиновых веществ из выжимок айвы на показатели качества пектина // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2011. № 4, С. 50-53.
18. Еремина О.Ю., Серегина Н.В. Сравнительный анализ биологической ценности солодовых ростков пшеницы и ячменя // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2022. № 6. С. 59-63.
19. Еремина О.Ю., Серегина Н.В., Диденко Е.Ю. Формирование и оценка потребительских свойств печенья с добавлением солодовых ростков пшеницы // Индустрия питания. 2021. № 2. С. 34-42.
20. Житков В.В., Федоренко Б.Н., Быков А.В. Питательные свойства хлеба с добавлением пивной дробины // Health, Food&Biotechnology. 2020. № 4. С. 81-88.
21. Заугольникова Е.В., Еремина О.Ю. Аминокислотный состав солодовых ростков пшеницы // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2019. № 1. С. 68-71.
22. Зомитева Г.М., Еремина О.Ю., Борисова С.Ю., Заугольникова Е.В. Анализ экономических показателей конкурентоспособности йогуртов, обогащенных порошком из соловых ростков пшеницы // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2019. № (5), С. 118-123.
23. Зомитева Г.М., Ветрова О.Н., Еремина О.Ю., Серегина Н.В. Оценка конкурентного потенциала мягкого сыра с добавлением ферментированных солодовых ростков ячменя // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2019. № (1). С. 106-110.
24. Ибрагимова Л.Р., Исламов М.Н., Салаватова К.Ш. Технология производства пищевых порошков на основе вторичного сырья. Совершенствование технологических процессов в пищевой, химической и перерабатывающей промышленности. Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет. 2019. 73-77 с.
25. Иванова В.Н., Серегин С.Н., Аварский Н.Д. Производство, переработка, и хранение сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: цели и задачи, основные приоритеты развития // Пищевая промышленность. 2017. № (1), С. 8-12.
26. Калашников Г.В., Корнеева О.С., Толкачева А.А., Черняев О.В. Разработка ресурсосберегающей интенсивной технологии производства сухих продуктов быстрого приготовления и рекуперации вторичного пищевого сырья. Современные задачи инженерных наук: Материалы симпозиума. М.: Московский государственный университет дизайна и технологии. 2017. 129-134 с.
27. Кириева Т.В. Хлеб на основе остаточных пивных дрожжей. Известия высших учебных заведений // Пищевая технология. 2008. № 4. С. 28-30.
28. Киселев А.А., Садыгова М.К., Белова М.В., Галлиуллин А.А., Шишкина А.Н. Использование вторичного сырья консервной промышленности в технологии сахаристых кондитерских изделий // Вестник Красноярский государственный аграрный университет. 2018. № (6). С. 176-181.
29. Коростылева Л.А., Парфенова Т.В., Муравьева О.О. Использование вторичного сырья в производстве кваса. Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: Материалы конференции. Бийск: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. 2015. 384-386 с.
30. Куликов Д.С., Колпакова В.В., Уланова Р.В., Чумикина Л.В., Бессонов В.В. Биологическая переработка зерна гороха и вторичного сырья крахмального производства с получением пищевых и кормовых белковых концентратов // Биотехнология. 2020. № (4). С. 49-58.
31. Куприянов С.В., Абилов Б.Т. Эффективность кормовых добавок из вторичного сырья крахмалопаточного и молочного производства в рационах свиней // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2011. № 4-1. С. 78-81.

32. Кустова И.А. Разработка технологии новых пищевых продуктов с использованием экстрактов из вторичного виноградного сырья. Кандидатская диссертация, Северо-Кавказский научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства. Краснодар, 2016. 23 с.
33. Куцакова В.Е., Фролов С.В., Шкотова Т.В., Марченко В.И., Чичина Т.В. Новая технология получения автолизата со свойствами сорбента микотоксинов из отработанных пивных дрожжей // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2014. № (2-3). С. 75-78.
34. Лаврова Л.Ю., Лесникова Н.А., Борцова Е.Л. Влияние механоактивированной пивной дробины на качество хлебопекарного полуфабриката // Хлебопродукты. 2015. № (10). С. 50-51.
35. Левахин Ю.И., Нуржанов Б.С., Польшина М.А. Влияние фуза подсолнечного, приготовленного по разной технологии, на переваримость питательных веществ рационов и их обмен в организме лактирующих коров // Животноводство и молочное дело. 2014. № (3). С. 76-79.
36. Лепшина А.И. Определение комплексобразующей способности пектина из створок бобов сои методом обратного титрования // Молодой учёный. 2015. № (6). С. 344-347.
37. Лесникова Н.А., Лаврова Л.Ю., Борцова Е.Л. Использование пивной дробины в производстве пряничных изделий // Хлебопродукты. 2015. № (7). С. 44-46.
38. Лисовая Е.В., Викторова Е.П., Свердличенко А.В., Корнен Н.Н. Вторичные ресурсы переработки томатов – ценное сырье для получения пищевых ингредиентов // Новые технологии. 2021. № (2). С. 40-47.
39. Мазалова Н.В. Разработка технологии и практическое использование пищевых волокон из сухой обессахаренной свекловичной стружки при производстве хлебобулочных изделий. Кандидатская диссертация, государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс. Орёл, Россия. 2015. 16 с.
40. Мартынец М.В., Мезенова Н.Ю. Вторичное растительное сырье как источник биологически активных веществ в хлебобулочных изделиях повышенной пищевой ценности // Материалы Балтийского морского форума. 2019. Т. 2. С. 107-113.
41. Мусагутов Р.Р. РФ Патент № 2278604. Способ получения сока из плодов и ягод, потерявших товарный вид. 2006.
42. Мурзагалиева Д.В., Григорян Л.Ф., Храмова В.Н., Васильева В.В., Шинкарева С.В., Княжеченко О.А. Использование вторичного сырья пивоваренного производства в технологии полукопченых колбасных изделий. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2019. № (2-3). С. 54-57.
43. Некрасова Ю.О., Мезенова О.Я. Моделирование рецептуры батончиков для спортивного питания с применением вторичного пищевого сырья. Научное обеспечение технологического развития и повышения конкурентоспособности в пищевой и перерабатывающей промышленности: Материалы конференции. М.: Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова. 2020. 277-281 с.
44. Некрылов Н.М., Глотова И.А., Парфенова Т.А. Биомасса остаточных пивных дрожжей как источник пищевых и биологически активных веществ // Современные наукоемкие технологии. 2013. № (8-2). С. 319.
45. Никифорова Т.А., Хон И.А., Байков, В.Г. Рациональное использование вторичного сырья крупяного производства // Хлебопродукты. 2014. № 6. С. 50-51.
46. Никифорова Т.А., Пономарев С.Г., Хон И.А., Леонова С.А. Рациональное использование вторичного сырья крупяного производства // Хлебопродукты. 2022. № 12. С. 57-60.
47. Озубекова А.Н. Получение глицерина из отхода сахарного производства мелассы. В Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и тенденции развития: Материалы конференции. Уфа: Изд-во Башкирского государственного университета, 2019. 210-212 с.
48. Ольховатов Е.А., Щербакова Е.В., Родионова Л.Я., Айрумян В.Ю., Пивень М.М. РФ Патент № 2553232. Способ получения пектинового экстракта из створки бобов сои. 2015.

49. Орлова А.М. Разработка технологии сахаросодержащих продуктов из картофеля для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий. Кандидатская диссертация, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева. Орел, Россия. 2017. 19 с.
50. Павлова А.А., Смятская Ю.А. Рециклинг вторичного сырья масложирового производства // Научно-исследовательские публикации. 2022. № 4. С. 51-54.
51. Панченко С.Л., Яценко С.М. Исследование процесса замораживания вторичного сырья предприятий пищевой промышленности // Хранение и переработка сельхозсырья. 2021. № 2. С. 176-185.
52. Первушин В.В. Разработка технологии зернового батончика на основе автолизата пивных дрожжей. Кандидатская диссертация, Московский государственный университет пищевых производств. Москва, Россия. 2011. 24 с.
53. Перфилова О.В., Полякова К.С., Вахрушева О.Г., Ширяева И.В. Разработка нового ассортимента зефира с использованием вторичного сырья сокового производства // Наука и Образование. 2018. № 1. С. 55.
54. Перфилова О.В. Технологические особенности производства фруктового полуфабриката из вторичного сырья сокового производства // Вестник Мичуринского аграрного университета. 2017. № 11. С. 36-38.
55. Петрова А.С., Сейдалиева Э.Р. Производство пищевых добавок из вторичного сырья как одно из приоритетных направлений развития пищевой промышленности. В Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства: Материалы конференции. Макеевка: Донбасская аграрная академия. 2018. 251-254 с.
56. Петровская И.В., Корнева Т.В. Применение соевой муки для улучшения качества пшеничного хлеба. В Инновации в науке, образовании и бизнесе - основа эффективного развития АПК: Материалы конференции. Ростов-на Дону: Донской государственный аграрный университет. 2011. 273-275 с.
57. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В., Микляев А.И., Горлов С.М. РФ Патент № 2687224. Биологически активная добавка из вторичного сырья сокового производства. 2019.
58. Пьяникова Э.А., Ковалева А.Е., Серегина Н.В., Еремина О.Ю., Заикина М.А. РФ Патент № 2651287. Способ получения порошка из вторичного сырья от производства ячменного солода. 2018.
59. Радчиков В., Цай В., Горлов И., Сложенкина М. Вводим солодовые ростки в стартерный комбикорм // Животноводство России. 2022. № 2. С. 52-54.
60. Роганова Е.Е., Чалдаев П.А. Изучение возможности применения порошка из яблочных выжимок при производстве хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности. Современное хлебопекарное производство: перспективы развития: Материалы конференции, Екатеринбург: Изд-во Уральского экономического университета, 2015. 17-21 с.
61. Родионова Л.Я., Ольховатова Е.А., Степовой А.В. Технология безалкогольных и алкогольных напитков. 2021. 344 с.
62. Роципко Т.А., Ковалева Е.Г., Баракова Н.В. Получение функционального кондитерского изделия на основе ферментированной пивной дробины // Актуальная биотехнология. 2018. № 3. С. 533.
63. Самигулина Л.Р., Пономарев В.Я. Разработка рецептур мясных продуктов с использованием вторичного пищевого сырья // Международный академический вестник. 2018. № (1-1). С. 36-37.
64. Серба Е.М., Таджибова П.Ю., Римарева Л.В., Кривова А.Ю., Оверченко М.Б., Игнатова Н.И., Кузнецова Н.А. Биотехнологические аспекты создания белково-полисахаридного обогатителя кормов на основе вторичного сырья пищевых производств // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. № (3). С. 56-59.
65. Сидоренко Т.А. Получение биологически активных добавок из вторичного пищевого сырья на основе применения мембранной технологии // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. 2006. № (3). С. 887.

66. Смычагин Е.О., Мустафаев С.К. Разработка комплексной технологии переработки отходов масложирового производства // Научные труды. Кубанский государственный технологический университет. 2019. С. 24.
67. Степанова Е.Г., Рубан В.С. Получение пектинового порошка из яблочных выжимок с применением метода электротехнологии. Материалы конференции. Уфа, 2014. 166-168 с.
68. Тамова М.Ю., Барашкина Е.В., Журавлев Р.А. Детоксикационные свойства комбинированных пищевых волокон, полученных из вторичного сырья свеклосахарного производства // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2019. № (5-6). С. 107-110.
69. Тарасов А.В., Козлов А.В., Разуваева Е.И. Пивные дрожжи как пищевая добавка // International Journal of Advanced Studies in Medicine and Biomedical Sciences. 2022. № (2). С. 73-85.
70. Тихонова А.Н., Агеева Н.М. Виноградные выжимки как сырье для производства пищевых волокон // Виноградарство и виноделие. 2019. № 48. С. 52-53.
71. Тохтиева Л.Х., Цугкиева В.Б. Использование пивных дрожжей в качестве улучшителей хлеба. Достижения науки – сельскому хозяйству: Материалы конференции. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет. 2016. 119-121 с.
72. Чурсина О.А., Ткаченко М.Г., Таран В.А., Максимовская В.А., Вьюгина М.А., Гришин Ю.В. Оценка отходов виноделия как вторичного сырья для производства пищевых продуктов с повышенной биологической активностью // Виноградарство и виноделие. 2014. № 2. С. 33-36.
73. Шалкарова А.К. Получение молочной кислоты при ферментации соевой мелассы. Альманах научных работ молодых учёных Университета ИТМО: Материалы конференции. СПб.: Университет ИТМО. 2018. 131-132 с.
74. Шванская И.А., Коноваленко Л.Ю. Использование отходов перерабатывающих отраслей в животноводстве. Рециклинг отходов в агропромышленном комплексе: справочник. 2011.
75. Шердани А.Д. Инновационная пищевая свекловичная меласса. Новый горизонт рентабельности и экологичности сахарного производства // Сахарное производство. 2021. № 2. С. 20-22.
76. Янагисава М., Косеки Т., Йура А., Нисимура Т. РФ Патент № 2421006. Способ получения соевого молока из соевой муки и его применение. 2011.
77. Berezina N.A., Nikitin I.A., Terentiev S.E., Tryabas Y.A., Klokonos M.V. The use of secondary raw materials of food production for bakery flour mixtures // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Mechanization, engineering, technology, innovation and digital technologies in agriculture. 2021. № 3.
78. Borycka B. Utylizacjawy branach produktow odpadowych rzemys luowocowo-warzywnego // Przem. ferment. owoc.-warz. 1999. № 11. pp. 38-40.
79. Mateos-Aparicio I., Redondo-Cuenca A., Villanueva-Suárez M.J. Pea pod, broad bean pod and okara, potential sources of functional compounds // LWT-rtFoodSci Technol. 2010. № (43). pp. 1467-1470.
80. Samofalova L.A., Berezina N.A., Safronova O.V., Kunitsyna T.O. The research of changes in biochemical parameters extracts of sprouting soybean and rapeseed seeds // IOP Conference Series: «Earth and Environmental Science. 2021. pp. 115-118.
81. Strati I.F., Gogou E., Oreopoulou V. Enzyme and high pressure assisted extraction of carotenoids from tomato waste // Food and Bioproducts Processing. 2015. № 94. pp. 668-674.
82. Vieira A.D.S., Bedani R., Albuquerque M.A.C., Biscola V., Saad S.M.I. The impact of fruit and soybean by-products and amaranth on the growth of probiotic and starter microorganisms // Food Res Int. 2017. № 97. pp. 356-363.

Analysis of the current state of application of secondary plant raw materials in the food industry

Natalya A. Berezina

Doctor of Technical Sciences
Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhina
Orel, Russia
berezina@orelsau.ru
ORCID 0000-0001-7421-0332

Evgenia V. Khmeleva

Candidate of Technical Sciences
Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhina
Orel, Russia
hmelevaev@bk.ru
ORCID 0000-0002-3867-6992

Received 12.11.2022
Accepted 12.01.2023
Published 15.03.2023

UDC 664:502.174.1
EDN AGCICW
VAK 4.3.3. Food systems (engineering sciences)
OECD 02.11.JY FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Annotation

Annually, more than 20 million tons of secondary raw materials are formed at food processing enterprises in Russia, which are practically not used by qualified personnel and in the bulk, exported to storage landfills, depending on the aggregate state. An indisputable factor in the need for the recycling of food production waste is that during processing, useful substances of the original raw materials pass into them, which can be used as feed additives, new sources of raw materials for the creation of innovative food products. Work in this direction is underway all over the world. The work is devoted to a modern brief overview of the use of secondary plant raw materials of food production in the food and processing industries. Since the purpose of this review is to identify the key aspects of the use of food waste, it is necessary to answer the following research questions: What types of waste are generated during the processing of plant raw materials? What methods of processing and use of secondary plant raw materials are considered by the existing literature? As part of the review of the subject area, 82 sources were selected from the RSCI, Scopus, Web of Science databases published in 2006-2022 and devoted to the characteristics of secondary raw materials of food production, methods of its processing and use as functional additives for the production of a wide range of food and functional feed additives. All sources are original research and review articles devoted to the use of secondary plant raw materials in processing industries in Russia and abroad. The presented review searches for studies published from 2006 to 2022. The bulk of the articles are presented by original research and review publications. In Russia and foreign countries, the problem of losing the possibility of using secondary raw materials as sources of functional additives is equally urgent. The types of food waste generated during the processing of plant raw materials are given. Methods and methods of processing and processing of secondary plant raw materials are considered, which allow improving the composition and consumer properties of traditional food products and obtaining new products with a given composition and properties. Waste from food production should be used as feed additives, as well as new alternative sources of raw materials for the creation of innovative food products of increased nutritional value and functional orientation.

Keywords

food waste, secondary plant raw materials, processing of plant raw materials, new types of food raw materials, innovative food products.

The work was carried out at the expense of the federal budget within the framework of the state task «Development of biologically active food additives based on fruit, vegetable and medicinal plant raw materials» (FEEF-2023-0016, registration number 1023053100014-0-2.11.1).

References

1. Abilov B.T., Kilpa A.V., Sinelshchikova I.A., Shakhanov V.A. Efficiency of using secondary raw materials of starch production in fattening fine-fleeced sheep // Collection of scientific papers of the Stavropol Scientific Research Institute of Animal Husbandry and feed production. 2013. No. (6). pp. 11-15.
2. Alimkulov Zh.S., Velyamov M.T., Sarmankulov T.M., Zhumalieva T.M. Production of domestic compound feeds using non-traditional raw materials of processing and food industries // Bulletin of the Almaty Technological University. 2019. No. (4). pp. 34-37.
3. Antipov S.T., Shakhov S.V., Zhigulina M.O. Introduction of the principles of sustainable development of production of biodegradable packaging from secondary material resources of food production // Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2014. No. (4). pp. 53-57.
4. Artemova E.N., Seregina N.V., Averina, E.Yu. Development and quality assessment of muesli with malt wheat germ // Technology and commodity science of innovative food products. 2021. No. (6). pp. 90-93.
5. Atakhanov Sh.N., Rakhimov U.Yu., Mallaboev O.T. Investigation of physico-chemical and bacteriological parameters of jam from jerusalem artichoke juice pomace // Storage and processing of agricultural raw materials. 2017. No. (6). pp. 36-38.
6. Baidina I.A., Kaledina M.V. Economic efficiency and use of malt sprouts in calves' diets // Actual issues of agricultural biology. 2021. No. (2). pp. 56-62.
7. Balanov P.E. Technology of fermentation production. 2013. 66 p.
8. Berezina N.A., Mazalova N.V., Tarasova A.V. Obtaining dietary fibers from secondary raw materials // The scientific journal of the ITMO Research University. The series "Processes and devices of food production". 2014. No. (1).
9. Berezina N.A., Mazalova N.V. Properties of dietary fibers from secondary raw materials of sugar beet and starch production // Food technology and technology: Science. Education. Progress. Innovations: Conference materials. The State University is an educational, scientific and production complex. Orel, Russia. 2014. pp. 105-110.
10. Bakin I.A., Mustafina A.S., Aleksenko L.A. RF Patent No. 2018610192. Certificate of registration of the computer program. Calculation of the nutritional value of enriched flour confectionery products with additives of secondary resources of fruit and berry raw materials. 2018.
11. Vashchilo V.S., Kazimirov E.A., Zemlyakova E.S. Secondary raw materials for the production of protein hydrolysates // Bulletin of modern research. 2017. No. 8. pp. 32-34.
12. Velyamov Sh.M., Dzhingilbayev S.S., Akteryan, S.G. Improving the process of processing plant raw materials in order to extract pectin on an extractor // News of science of Kazakhstan. 2018. No. (1). pp. 117-134.
13. Volkova G.S., Rimareva L.V., Arifullina L.R., Belekchi A.P. Bioconversion of secondary raw materials of alcohol production into protein feed additives // Promising enzyme preparations and biotechnological processes in food and feed technologies. Moscow: All-Russian Scientific Research Institute of Food Biotechnology. 2016. pp. 275-282.
14. Voronova I.V., Ignatieva N.L., Nemtseva E.Yu. The use of beer pellets as a source of protein in the diets of dairy cows // Bulletin of the Chuvash State Agricultural Academy. 2021. No. 1. pp. 42-46.
15. Gulyaeva T.I., Vlasova T.A. Improving the efficiency of sugar beet production. 2011. 235 p.

16. Droficheva N.V. The use of secondary raw materials of grape processing in the technology of production of functional food products // Fruit growing and viticulture in the South of Russia. 2021. No. 69. pp. 326-336.
17. Edygova S.N., Khatko Z.N. Influence of parameters of extraction of pectin substances from quince pomace on pectin quality indicators // Bulletin of the Maikop State Technological University. 2011. No. 4, pp. 50-53.
18. Eremina O.Yu., Seregina N.V. Comparative analysis of the biological value of malt wheat and barley sprouts // Technology and commodity science of innovative food products. 2022. No. 6. pp. 59-63.
19. Eremina O.Yu., Seregina N.V., Didenko E.Yu. Formation and evaluation of consumer properties of biscuits with the addition of malt wheat germ // Food industry. 2021. No. 2. pp. 34-42.
20. Zhitkov V.V., Fedorenko B.N., Bykov A.V. Nutritional properties of bread with the addition of beer pellets // Health, Food&Biotechnology. 2020. No. 4. pp. 81-88.
21. Zagolnikova E.V., Eremina O.Yu. Amino acid composition of malt wheat germ // Technology and commodity science of innovative food products. 2019. No. 1. pp. 68-71.
22. Zomiteva G.M., Eremina O.Yu., Borisova S.Yu., Zagolnikova E.V. Analysis of economic indicators of competitiveness of yoghurts enriched with wheat germ powder // Technology and commodity science of innovative food products. 2019. No. (5), pp. 118-123.
23. Zomiteva G.M., Vetrova O.N., Eremina O.Yu., Seregina N.V. Assessment of the competitive potential of soft cheese with the addition of fermented malt barley sprouts // Technology and commodity science of innovative food products. 2019. No. (1). pp. 106-110.
24. Ibragimova L.R., Islamov M.N., Salavatova K.Sh. Technology of production of food powders based on secondary raw materials. Improvement of technological processes in the food, chemical and processing industries. Rostov-on-Don: Don State Technical University. 2019. 73-77 p.
25. Ivanova V.N., Seregin S.N., Avarsky N.D. Production, processing, and storage of agricultural products, raw materials and food: goals and objectives, main development priorities // Food industry. 2017. No. (1), pp. 8-12.
26. Kalashnikov G.V., Korneeva O.S., Tolkacheva A.A., Chernyaev O.V. Development of resource-saving intensive technology for the production of instant dry products and recovery of secondary food raw materials. Modern tasks of engineering sciences: Materials of the symposium. Moscow: Moscow State University of Design and Technology. 2017. 129-134 p.
27. Kirieva T.V. Bread based on residual brewer's yeast. Izvestia of higher educational institutions // Food technology. 2008. No. 4. pp. 28-30.
28. Kiselev A.A., Sadygova M.K., Belova M.V., Galliullin A.A., Shishkina A.N. The use of secondary raw materials of the canning industry in the technology of sugary confectionery products // Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. 2018. No. (6). pp. 176-181.
29. Korostyleva L.A., Parfenova T.V., Muravyeva O.O. The use of secondary raw materials in the production of kvass. Technologies and equipment of the chemical, biotechnological and food industries: Conference proceedings. Biysk: Altai State Technical University named after I.I. Polzunov. 2015. 384-386 p.
30. Kulikov D.S., Kolpakova V.V., Ulanova R.V., Chumikina L.V., Bessonov V.V. Biological processing of pea grain and secondary raw materials of starch production with the production of food and feed protein concentrates // Biotechnology. 2020. No. (4). pp. 49-58.
31. Kupriyanov S.V., Abilov B.T. The effectiveness of feed additives from secondary raw materials of starch and dairy production in pig diets // Collection of scientific papers of the Stavropol Scientific Research Institute of Animal Husbandry and feed production. 2011. No. 4-1. pp. 78-81.
32. Kustova I.A. Development of technology for new food products using extracts from secondary grape raw materials. PhD thesis, North Caucasus Scientific Research Institute of Horticulture and Viticulture. Krasnodar, 2016. 23 p.
33. Kutsakova V.E., Frolov S.V., Shkotova T.V., Marchenko V.I., Chichina T.V. A new technology for obtaining an autolysate with the properties of a mycotoxin sorbent from spent brewer's yeast // News of higher educational institutions. Food technology. 2014. No. (2-3). pp. 75-78.

34. Lavrova L.Yu., Lesnikova N.A., Bortsova E.L. The effect of mechanically activated beer pellets on the quality of bakery semi-finished products // Bread products. 2015. No. (10). pp. 50-51.
35. Levakhin Yu.I., Nurzhanov B.S., Polshina M.A. The effect of sunflower fusel, prepared using different technologies, on the digestibility of nutrients in diets and their metabolism in the body of lactating cows // Animal husbandry and dairy business. 2014. No. (3). pp. 76-79.
36. Lepshina A.I. Determination of the complexing ability of pectin from soybean bean flaps by reverse titration method // Young Scientist. 2015. No. (6). pp. 344-347.
37. Lesnikova N.A., Lavrova L.Yu., Bortsova E.L. The use of beer pellets in the production of gingerbread products // Bread products. 2015. No. (7). pp. 44-46.
38. Lisovaya E.V., Viktorova E.P., Sverdlichenko A.V., Kornen N.N. Secondary resources for processing tomatoes – valuable raw materials for the production of food ingredients // New technologies. 2021. No. (2). pp. 40-47.
39. Mazalova N.V. Development of technology and practical use of dietary fibers from dry desaccharified beet chips in the production of bakery products. PhD thesis, State University – educational, scientific and industrial complex. Orel, Russia. 2015. 16 p.
40. Martynets M.V., Mezenova N.Yu. Secondary vegetable raw materials as a source of biologically active substances in bakery products of increased nutritional value // Materials of the Baltic Sea Forum. 2019. Vol. 2. pp. 107-113.
41. Musagutov R.R. RF Patent No. 2278604. A method for obtaining juice from fruits and berries that have lost their presentation. 2006.
42. Murzagalieva D.V., Grigoryan L.F., Khramova V.N., Vasilyeva V.V., Shinkareva S.V., Knyazhechenko O.A. The use of secondary raw materials of brewing production in the technology of semi-smoked sausages. News of higher educational institutions. Food technology. 2019. No. (2-3). pp. 54-57.
43. Nekrasova Yu.O., Mezenova O.Ya. Modeling the formulation of bars for sports nutrition using recycled food raw materials.
83. Scientific support for technological development and increasing competitiveness in the food and processing industry: Conference materials. Moscow: V.M. Gorbатов Federal Scientific Center for Food Systems. 2020. 277-281 p.
44. Nekrylov N.M., Glotova I.A., Parfenova T.A. Biomass of residual brewer's yeast as a source of food and biologically active substances // Modern high-tech technologies. 2013. No. (8-2). pp. 319.
45. Nikiforova T.A., Khon I.A., Baykov, V.G. Rational use of secondary raw materials of cereal production // Bread products. 2014. No. 6. pp. 50-51.
46. Nikiforova T.A., Ponomarev S.G., Khon I.A., Leonova S.A. Rational use of secondary raw materials of cereal production // Bread products. 2022. No. 12. pp. 57-60.
47. Ozubekova A.N. Obtaining glycerin from the waste of sugar production of molasses. Into Modern technology: current issues, achievements and development trends: Conference proceedings. Ufa: Publishing House of Bashkir State University, 2019. 210-212 p.
48. Olkhovarov E.A., Shcherbakova E.V., Rodionova L.Ya., Ayrumyan V.Yu., Piven M.M. RF Patent No. 2553232. A method for obtaining pectin extract from the leaf of soybeans. 2015.
49. Orlova A.M. Development of technology of sugar-containing potato products for rye-wheat bakery products. PhD thesis, Oryol State University named after I.S. Turgenev. Orel, Russia. 2017. 19 p.
50. Pavlova A.A., Smyatskaya Yu.A. Recycling of secondary raw materials of fat-and-oil production // Scientific research publications. 2022. No. 4. pp. 51-54.
51. Panchenko S.L., Yashchenko S.M. Investigation of the freezing process of secondary raw materials of food industry enterprises // Storage and processing of agricultural raw materials. 2021. No. 2. pp. 176-185.
52. Pervushin V.V. Development of grain bar technology based on brewer's yeast autolysate. PhD thesis, Moscow State University of Food Production. Moscow, Russia. 2011. 24 p.

53. Perfilova O.V., Polyakova K.S., Vakhrusheva O.G., Shiryaeva I.V. Development of a new assortment of marshmallows using secondary raw materials of juice production // *Science and Education*. 2018. No. 1. p. 55.
54. Perfilova O.V. Technological features of the production of semi-finished fruit products from secondary raw materials of juice production // *Bulletin of the Michurinsk Agrarian University*. 2017. No. 11. pp. 36-38.
55. Petrova A.S., Seidalieva E.R. Production of food additives from secondary raw materials as one of the priority directions of the food industry development. The priority vectors of industrial and agricultural development: Conference materials. Makeyevka: Donbass Agrarian Academy. 2018. 251-254 p.
56. Petrovskaya I.V., Korneva T.V. The use of soy flour to improve the quality of wheat bread. Innovations in science, education and business are the basis for effective development of agriculture: Conference materials. Rostov-on-Don: Don State Agrarian University. 2011. 273-275 p.
57. Prichko T.G., Droficheva N.V., Miklyaev A.I., Gorlov S.M. RF Patent No. 2687224. A biologically active additive from secondary raw materials of juice production. 2019.
58. Pyanikova E.A., Kovaleva A.E., Seregina N.V., Eremina O.Yu., Zaikina M.A. RF Patent No. 2651287. A method for obtaining powder from secondary raw materials from the production of barley malt. 2018.
59. Radchikov V., Tsai V., Gorlov I., Slozhenkina M. Introducing malt sprouts into starter compound feed // *Animal Husbandry of Russia*. 2022. No. 2. p. 52-54.
60. Roganova E.E., Chaldae P.A. Studying the possibility of using apple pomace powder in the production of bakery products of increased nutritional value. Modern bakery production: development prospects: Conference materials, Yekaterinburg: Publishing House of the Ural University of Economics, 2015. 17-21 p.
61. Rodionova L.Ya., Olkhovatova E.A., Stepovoy A.V. Technology of non-alcoholic and alcoholic beverages. 2021. 344 p.
62. Roshchipko T.A., Kovaleva E.G., Barakova N.V. Obtaining a functional confectionery product based on fermented beer pellets // *Actual biotechnology*. 2018. No. 3. p. 533.
63. Samigulina L.R., Ponomarev V.Ya. Development of recipes for meat products using secondary food raw materials // *International Academic Bulletin*. 2018. No. (1-1). pp. 36-37.
64. Serba E.M., Tajibova P.Yu., Rimareva L.V., Krivova A.Yu., Overchenko M.B., Ignatova N.I., Kuznetsova N.A. Biotechnological aspects of creating a protein-polysaccharide forage concentrator based on secondary raw materials of food production // *Bulletin of the Russian agricultural science*. 2019. No. (3). pp. 56-59.
65. Sidorenko T.A. Obtaining biologically active additives from secondary food raw materials based on the use of membrane technology // *Food and processing industry. An abstract journal*. 2006. No. (3). p. 887.
66. Smychagin E.O., Mustafaev S.K. Development of an integrated technology for processing waste from fat-and-oil production // *Scientific works. Kuban State Technological University*. 2019. p. 24.
67. Stepanova E.G., Ruban V.S. Obtaining pectin powder from apple pomace using the method of electrotechnology. Conference materials. Ufa, 2014. 166-168 p.
68. Tamova M.Yu., Barashkina E.V., Zhuravlev R.A. Detoxification properties of combined dietary fibers obtained from secondary raw materials of sugar beet production // *News of higher educational institutions. Food technology*. 2019. No. (5-6). pp. 107-110.
69. Tarasov A.V., Kozlov A.V., Razuvaeva E.I. Brewer's yeast as a food additive // *International Journal of Advanced Studies in Medicine and Biomedical Sciences*. 2022. No. (2). pp. 73-85.
70. Tikhonova A.N., Ageeva N.M. Grape pomace as a raw material for the production of dietary fibers // *Viticulture and winemaking*. 2019. No. 48. pp. 52-53.
71. Tokhtieva L.H., Tsugkueva V.B. The use of brewer's yeast as bread improvers. Achievements of science in agriculture: Conference materials. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University. 2016. 119-121 p.
72. Chursina O.A., Tkachenko M.G., Taran V.A., Maksimovskaya V.A., Vyugina M.A., Grishin Yu.V. Assessment of winemaking waste as secondary raw materials for the production of food products with increased biological activity // *Viticulture and winemaking*. 2014. No. 2. pp. 33-36.

73. Shalkarova A.K. Production of lactic acid during fermentation of soy molasses. Almanac of scientific works of young scientists of ITMO University: Conference materials. St. Petersburg: ITMO University. 2018. 131-132 p.
74. Shvanskaya I.A., Konovalenko L.Y. The use of waste from processing industries in animal husbandry. Recycling of waste in the agro-industrial complex: a reference book. 2011.
75. Sherdani A.D. Innovative food beet molasses. A new horizon of profitability and environmental friendliness of sugar production // Sugar production. 2021. No. 2. pp. 20-22.
76. Yanagisawa M., Koseki T., Yura A., Nishimura T. RF Patent No. 2421006. The method of obtaining soy milk from soy flour and its application. 2011.
77. Berezina N.A., Nikitin I.A., Terentiev S.E., Tryabas Y.A., Klokonos M.V. The use of secondary raw materials of food production for bakery flour mixtures // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Mechanization, engineering, technology, innovation and digital technologies in agriculture. 2021. № 3.
78. Borycka B. Utylizacjawy branych produktow odpadowych rzemys luowocowo-warzywnego // Przem. ferment. owoc.-warz. 1999. № 11. pp. 38-40.
79. Mateos-Aparicio I., Redondo-Cuenca A., Villanueva-Suárez M.J. Pea pod, broad bean pod and okara, potential sources of functional compounds // LWT-rtFoodSci Technol. 2010. № (43). pp. 1467-1470.
80. Samofalova L.A., Berezina N.A., Safronova O.V., Kunitsyna T.O. The research of changes in biochemical parameters extracts of sprouting soybean and rapeseed seeds // IOP Conference Series: «Earth and Environmental Science. 2021. pp. 115-118.
81. Strati I.F., Gogou E., Oreopoulou V. Enzyme and high pressure assisted extraction of carotenoids from tomato waste // Food and Bioproducts Processing. 2015. № 94. pp. 668-674.
82. Vieira A.D.S., Bedani R., Albuquerque M.A.C., Biscola V., Saad S.M.I. The impact of fruit and soybean by-products and amaranth on the growth of probiotic and starter microorganisms // Food Res Int. 2017. № 97. pp. 356-363.