УДК 664.681.9 : 663.549

DOI 10.30679/2219-5335-2022-1-73-308-320

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИИХ ИЗДЕЛИЙ С ПОЛУЧЕНИЕМ ЭТИЛОВОГО СПИРТА

Триандофилиди Юрий Сергеевич
аспирант 2-го курса
факультета перерабатывающих
технологий
e-mail: 2237215@mail.ru

Ольховатов Егор Анатольевич
канд. техн. наук, доцент
доцент кафедры технологии
хранения и переработки
растениеводческой продукции
e-mail: olhovatov_e@inbox.ru

*Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский государственный аграрный
университет имени И. Т. Трубилина»,
Краснодар, Россия*

Мучные кондитерские изделия пользовались успехом у населения всегда, а бисквиты являются одним из высоко ценимых продуктов отрасли. При этом, технология бисквитов не является простой в реализации, а популярность продукции этого вида требует от изготовителя повышения как количественных, так и качественных показателей производимых изделий при минимально возможном повышении стоимости готовой продукции. Целью предлагаемой разработки является повышение эффективности основного производства, с увеличением показателей качества и безопасности производимых изделий. Нами одновременно решались две основные задачи – утилизация отходов производства, которые неизбежно возникают при выработке любого пищевого продукта,

UDC 664.681.9 : 663.549

DOI 10.30679/2219-5335-2022-1-73-308-320

WASTE DISPOSAL OF PRODUCTION OF FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS WITH THE PRODUCTION OF ETHYL ALCOHOL

Triandofilidi Yuri Sergeevich
2nd year Postgraduate
of Food Technology
Faculty
e-mail: 2237215@mail.ru

Olkhovatov Egor Anatolievich
Cand. Tech. Sci., Docent
Associate Professor of Technology
of Storage and Processing
of Plant Products Departments
e-mail: olhovatov_e@inbox.ru

*Federal State Budgetary
Educational Institution
of Higher Professional Education
«Kuban State Agrarian University
named after I.T. Trubilin»,
Krasnodar, Russia*

Flour confectionery products have always been popular with the population, and biscuits are one of the highly valued products of the industry. At the same time, the technology of biscuits is not easy to implement, and the popularity of products of this type requires the manufacturer to increase both quantitative and qualitative indicators of manufactured products with the minimum possible increase in the cost of finished products. The purpose of the proposed development is to increase the efficiency of the main production, with an increase in the quality and safety of manufactured products. We simultaneously solved two main tasks – the disposal of waste

а также поиск недорогого и быстрого способа повышения микробиологической чистоты изделий, что позволит повысить их безопасность для потребителя, пролонгировать срок годности при одновременном снижении количества невозвратных потерь. Бисквит является изделием довольно требовательным к тщательному и неукоснительному соблюдению параметров технологии на каждом отдельно взятом этапе производства. При этом, возможность сохранить продукцию длительное время свежей, даже в упакованном в полимерную пленку виде, может быть обеспечена главным образом за счет применения консервантов. Проблема, связанная с микробиологической обсемененностью воздуха производственных помещений и поверхности оборудования, а также основного сырья является наиболее острой производственной проблемой, связанной с технологией бисквитов, поскольку этот продукт по всем параметрам проявляет себя как благоприятная среда для развития плесеней и бактерий, вызывающих порчу готовых изделий за короткий срок. В связи с этим, нами разработана и предложена технология рациональной утилизации производственного брака, некондиционной и с истекшим сроком годности продукции. Целевой продукт данного способа – этиловый спирт из пищевого сырья, который используется в качестве основного антисептического средства осуществляемого производства. Производству рекомендована принципиальная технологическая схема способа утилизации отходов производства бисквитов с получением пищевого спирта и рекомендовано его применение в качестве средства, снижающего микробиологические опасности основного производства.

Ключевые слова: БИСКВИТЫ, УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ, СБРАЖИВАНИЕ, ПЕРЕГОНКА, ЭТИЛОВЫЙ СПИРТ, МАЛООТХОДНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

products, which inevitably arise during the development of any food product, as well as the search for an inexpensive and fast way to increase the microbiological purity of products, which will increase their safety for the consumer, prolong the shelf life while reducing the number of irretrievable losses. The biscuit is a product that is quite demanding for careful and strict compliance with the parameters of technology at each individual stage of production. At the same time, the ability to keep products fresh for a long time, even in the form packed in a polymer film, can be provided mainly through the use of preservatives. The problem associated with the microbiological contamination of the air of industrial premises and the surface of equipment, as well as the main raw materials, is the most acute production problem associated with the technology of biscuits, since this product in all respects manifests itself as an favorable environment for the development of molds and bacteria that cause spoilage of finished products in a short time. In this regard, we have developed and proposed a technology for the rational disposal of industrial waste, substandard and expired products. The target product of this method is ethyl alcohol from food raw materials, which is used as the main antiseptic agent of the production carried out. The basic technological scheme of the method of disposal of biscuit production waste with the production of food alcohol is recommended to the production and its use as a means of reducing the microbiological hazards of the main production is recommended.

Key words: BISCUITS, WASTE DISPOSAL, FERMENTATION, DISTILLATION, ETHYL ALCOHOL, LOW-WASTE PRODUCTION

Введение. Производство мучных кондитерских изделий было и остается одним из основных направлений развития пищевой индустрии, а продукция этой товарной группы неизменно популярна среди широких слоев населения, поскольку обладает высокими потребительскими характеристиками, позволяет осуществлять формирование широкого ассортимента разнообразных изделий с приданием им оригинальных свойств [1-6].

Потребление бисквитных изделий в нашей стране и в мировом масштабе сравнительно велико, поскольку эти продукты от других представителей данной группы товаров выгодно отличает такая совокупность их органолептических свойств и ингредиентного состава, которая способна удовлетворить самые взыскательные вкусы [7-10]. При этом возможность сохранять потребительские характеристики в течение возможно более длительного периода времени напрямую определяет успех продукции, вырабатываемой на конкретном отдельно взятом кондитерском предприятии.

Основными критериями качества бисквитных изделий являются их микробиологическая безопасность и свежесть изделий, что чаще всего обеспечивается путем введения в рецептуру различных консервантов, применением упаковок из полимерных материалов и модифицированной газовой среды [11]. Однако эффективность таких приемов порой весьма условна, и, в связи с этим, неизбежно образуются некоторые объемы продукта, требующие утилизации по причине утраты им потребительских характеристик, в частности признаков развития микробиологической порчи как отдельных изделий, так и целых партий произведенных бисквитов. Как правило, такие ситуации сопряжены с отзывом продукции из розничной сети, поскольку случаются они нередко в пределах сроков годности продукции, заявленных

производителем, что всегда ложится грузом на репутацию предприятия-изготовителя. Для предприятия же это еще и источник экономических потерь, порой значительных [12].

В то же время рациональная утилизация делает отходы основного производства вторичными сырьевыми ресурсами предприятия [13]. Это обеспечивает ему прямую возможность снижения себестоимости вырабатываемой продукции, поскольку стоимость отходов и потерь неизменно закладывается в стоимость готовых изделий. К тому же для предприятия такой подход становится источником получения возможных дополнительных выгод, извлекаемых из применения продуктов утилизации вторичного сырья в основном производстве или на технические, технологические и хозяйственно-бытовые нужды. В свою очередь снижение количества ТБО, удаляемых с предприятия, уменьшает экологическую нагрузку на окружающую среду и определяет снижение соответствующих выплат государству. Таким образом, становится возможным реализация малоотходной технологии в рамках функционирования отдельно взятого производства [14-17].

Утилизировать производственный брак мучных кондитерских изделий с получением этилового спирта [18], с точки зрения последующего его использования в качестве антисептического средства в технологическом процессе получения бисквитов, возможно и наиболее рационально. Это позволит если не исключить применение консервантов, то существенно сократить их количество, регламентируемое рецептурой.

Работа проведена в условиях производства ООО «Кондитерская фабрика «Виктория» (Белореченск).

Целью исследования является разработка способа утилизации отходов производства мучных кондитерских изделий с получением спирта этилового ректификованного.

Объекты и методы исследований. Объектами исследования были содержащие сахара и крахмал производственные отходы, брак бисквитных изделий и нереализованная в торговой сети продукция, выработанные на предприятии ООО «Кондитерская фабрика «Виктория» (Белореченск). Они служили исходным сырьем для получения ректификованного спирта.

Реализуют данную технологию следующим образом.

Емкость объёмом 1200 л из нержавеющей стали со встроенными ТЕНами заполняют 600 л питьевой водопроводной воды и нагревают ее до 95 ºС. Затем туда же задают 300 кг производственных отходов нереализованной в торговой сети продукции и брака бисквитных изделий, после чего доводят температуру содержимого аппарата до 68 ºС и вносят 1 кг ферментного препарата Амилосубтилин для гидролиза крахмала. Экспозиция процесса длится 2,5-3 часа, по завершении которых степень осахаривания должна составлять не менее 21-23 %. Затем в ферментируемую массу при перемешивании вносят препарат Глюкавамарин в количестве 1,4 кг для дальнейшего гидролиза декстринов, образовавшихся на предыдущем этапе ферментирования, и выдерживают смесь в течение 12 ч при температуре 67 ºС. На этом этапе степень осахаривания повышается на 1-1,5 %. Готовое сусло, плотность которого достигает 0,8504 кг/дм^3, охлаждают до 32 ºС и задают в него 3,5 кг чистой культуры дрожжей (ЧКД). Длительность брожения составляет в среднем 5-7 сут. По завершении брожения готовую брагу отделяют от твердых частиц при помощи сита. Невозвратные отходы при этом составляют до 9 кг. Перегонку полученной в количестве 847 л браги осуществляют в кубе с паровым обогревом, отбирая спирт-сырец в количестве 225 л и крепостью 65 %об на бражной колонне непрерывного действия. Затем куб освобождают от барды, моют, заполняют сырцом, внося затем 75 л. водопроводной питьевой воды, и приступают ко второй ступени ди-

стилляции, которая длится до 14 ч. По завершении перегонки сырца получают 140 л этилового спирта крепостью 93 % об. Количество головной фракции при этом составляет 14,7 л.

Отбор и подготовку проб к анализу, оценку объемной доли этилового спирта, объемной доли метилового спирта, массовой концентрации альдегидов, сивушного масла, сложных эфиров проводят по ГОСТ 32036 «Спирт этиловый из пищевого сырья. Правила приемки и методы анализа». Массовую концентрацию фурфурола определяют по ГОСТ 32930 «Спирт этиловый из пищевого сырья, напитки спиртные. Спектрофотометрический метод определения содержания массовой концентрации фурфурола». Органолептические показатели оценивают по ГОСТ 33817-2016 «Спирт этиловый из пищевого сырья и напитки спиртные. Методы органолептического анализа».

Обсуждение результатов. Разработанный способ получения этилового спирта состоит из трех основных этапов, первым из которых является ферментативная подготовка крахмалсодержащего сырья к сбраживанию, вторым – сбраживание, заключительным – двустадийная перегонка с получением этилового спирта высокой степени очистки.

В состав бисквитных изделий, брак и отходы производства которых предложено утилизировать с получением этилового спирта, входит 70,80-83,26 % углеводов, из которых на долю крахмала приходится 52,40-61,30 %. По этой причине в технологическую схему требуется вводить этап осахаривания крахмала для высвобождения из сырья максимального количества сбраживаемых сахаров кроме тех, что вносятся в составе инвертного сиропа или патоки согласно рецептуре изделий. Гидролиз крахмала рационально проводить ферментативным путем, что позволяет получать ожидаемый эффект в течение установленного периода времени. Кроме того, в случае с таким многокомпонентным сырьем, как бисквитные изделия,

крайне важна высокая специфичность гликолитических ферментов, что определяет в итоге искомую степень чистоты получаемого продукта.

Ферментативное осахаривание крахмала необходимо проводить в две стадии, первой из которых является разжижение, что делает его доступным для последующего воздействия гидролитических ферментов.

Этап разжижения осуществляют при помощи Амилосубтилина – бактериального ферментного препарата, содержащего α-амилазу, гидролизующую внутренние α-1,4-гликозидные связи крахмала, что определяет его способность за короткий срок снижать вязкость гидратированных крахмалов, обеспечивая тем самым подготовку сусла к воздействию глюкоамилазы. Конечными продуктами действия бактериальной α-амилазы на крахмал являются низкомолекулярные растворимые декстрины и незначительное количество моно- и дисахаридов (глюкозы и мальтозы). По этой причине α-амилазу называют также эндогенной или декстриногенной амилазой.

Затем следует этап собственно осахаривания крахмала, осуществляемый при посредстве Глюкаваморина – бактериального ферментного препарата, применяемого для дальнейшего гидролиза продуктов, полученных на этапе разжижения гидратированного крахмала. Препарат последовательно гидролизует 1,4- и 1,6-гликозидные связи, отщепляя с нередуцирующих концов молекул крахмала, декстринов, олигосахаридов остатки глюкозы, являющейся конечным продуктом гидролиза. Применение этого препарата позволяет повысить эффективность использования сырья за счет более глубокого гидролиза, сократить продолжительность брожения на 10-20 ч, стабилизировать технологический процесс, увеличить выход спирта на 1-4 % и повысить его качество.

Полученное таким образом сусло готово к сбраживанию дрожжами-сахаромицетами чистых культур, которые на крупных спиртовых производствах производят собственными силами микробиологической лаборатории предприятия, а на маломощных – регулярно возобновляя запасы готовых

ЧКД, закупаемых у специализирующегося производителя. В этом случае необходимо подобрать производственные дрожжи, предельно соответствующие поставленным целям и отвечающие условиям малотоннажного производства, реализующего периодическую технологическую схему получения спирта. Такие ЧКД должны быть толерантны к колебаниям температуры окружающей среды и не терять активности в случае резких ее изменений. При этом немаловажно наличие резистентности используемых дрожжей к вероятному присутствию в сусле патогенной микрофлоры, поскольку традиционное применение дезинфицирующих обработок исходного крахмалсодержащего сырья серной кислотой нежелательно для такого сложнокомпонентного продукта, как отходы бисквитных изделий. При этом брожение в оптимальных условиях среды должно проходить за 5 сут, а в случае резких температурных колебаний – за 7 сут. В таком случае не наблюдается существенных потерь образовавшегося спирта и не развиваются патогены, способные продуцировать летучие компоненты, снижающие органолептические свойства целевого продукта.

Загрузке куба для дистилляции спирта-сырца должна предшествовать грубая механическая фильтрация полученного сусла, реализуемая при помощи сит. Этот прием позволяет повысить качество вырабатываемого продукта, максимально сократив количество грубых примесей, потенциально способных к термическому гидролизу с образованием летучих соединений. С этой же целью используют и паровой обогрев содержимого перегонного куба взамен прямого контакта с теплоэлектронагревателем.

Для отделения сырца и последующего его фракционирования применяют бражную колонну непрерывного действия, хорошо зарекомендовавшую себя в получении этилового спирта высокого качества [19-22].

Органолептические характеристики этилового спирта, получаемого из отходов производства бисквитов, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические характеристики получаемого этилового спирта

Показатель	Характеристика
Внешний вид Цвет Вкус, аромат	Прозрачная жидкость без посторонних включений и осадка Бесцветная жидкость Характерные для этилового ректификованного спирта с тоном, свойственным для конкретного наименования сырья, из которого он произведен, без посторонних привкуса и запаха

Таким образом, по органолептическим характеристикам получаемый по предложенной схеме продукт являет собой нечто среднее между дистиллятом зерновым (по ГОСТ 33723) и спиртом этиловым, ректификованным из пищевого сырья (по ГОСТ 5962). Вырабатываемый из бисквитных отходов спирт обладал выраженным спиртовой органолептикой с характерными бисквитными тонами. В таблице 2 представлены физико-химические характеристики вырабатываемого спирта.

Таблица 2 – Физико-химические характеристики этилового спирта, получаемого из отходов производства бисквита в сравнении с требованиями ГОСТ на аналогичные виды продукции

Показатель	Характеристика продукта		
	Спирт этиловый из отходов производства бисквитов (авторский)	Дистилляты зерновые (ГОСТ 33723)	Этиловый спирт ректификованный из пищевого сырья, первый сорт (ГОСТ 5962)
Объемная доля этилового спирта, %	93	52,0-94,8	96,0
Массовая концентрация сивушного масла в пересчете на безводный спирт, мг/дм^3	135	500-6000	35
Массовая концентрация альдегидов в пересчете на безводный спирт, мг/дм^3	10	10,0-350,0	10
Массовая концентрация сложных эфиров в пересчете на безводный спирт, мг/дм^3	75	10-1500	30
Массовая концентрация фурфурола в пересчете на безводный спирт, мг/дм^3, не более	20	30,0	-

Проанализировав данные таблицы, можно сделать вывод, что по своим физико-химическим характеристикам получаемый продукт соответствует требованиям к дистиллятам зерновым (по ГОСТ 33723) и приближается к этиловому спирту, ректификованному из пищевого сырья первого сорта (по ГОСТ 5962),

Выводы. Предложенная разработка является ярким образцом применения принципов безотходных технологий на реально действующем предприятии при получении таких популярных мучных кондитерских изделий, как бисквиты. Технологические режимы разработанной производственной схемы подобраны таким образом, чтобы перерабатываемое сырье максимально полно использовалось на получение целевого продукта – спирта этилового, качество которого отвечает всем требованиям действующей нормативной документации по органолептическим и физико-химическим показателям. Вырабатываемый спирт обладает высокими потребительскими характеристиками и вполне может быть использован в основном производстве как дезинфицирующее средство, применение которого будет способствовать сохранению качества и безопасности производимых предприятием бисквитных изделий.

Литература

1. Печенье с начинкой нового состава / Л.А. Лобосова, М.Г. Магомедов, Т.Н. Малютина [и др.] // Хлебопродукты. 2020. № 4. С. 62-63.

2. Беспалова О.В. Разработка технологии кексового изделия с использованием растительного эмульгатора // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2018. № 1(48). С. 29-34.

3. Тамазова С.Ю., Першакова Т.В., Купин Г.А., Викторова Е.П. Разработка рецептуры и оценка потребительских свойств вафель с начинкой, обогащенных пищевыми добавками // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 127. С. 193-203.

4. Рущиц А.А. Использование морских водорослей в производстве мучных кондитерских изделий // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2014. Т. 2. № 3. С. 86-93.

5. Зенина А.П., Ефимова М.В., Ефимов А.А. Направления развития потребительского спроса и ассортимента мучных кондитерских изделий // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. Ч. II. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. С. 125-131.

6. Воронина М.С. Разработка технологии мучных кондитерских изделий с применением продуктов переработки ягод // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2016. № Т11. С. 3231-3235.

7. Chemical and microbial evaluation of biscuits made from wheat flour substituted with wheat sprouts / V. Đurović, M. Radovanović, L. Mandić [et al.] // Food Science and Technology International. – 2021. – Vol. 27. – No 2. – P. 172-183.

8. Szydłowska-Czerniak, A. Optimization of ingredients for biscuits enriched with rapeseed press cake-changes in their antioxidant and sensory properties / A. Szydłowska-Czerniak, S. Poliński, M. Momot // Applied Sciences (Switzerland). – 2021. – Vol. 11. – No 4. – P. 1-16.

9. Focus on gluten free biscuits: Ingredients and issues / M. Di Cairano, F. Galgano, R. Tolve [et al.] // Trends in Food Science & Technology. – 2018. – Vol. 81. – P. 203-212.

10. Янова М.А., Росляков Ю.Ф. Разработка рецептур бисквита с использованием муки, полученной из экструдированного зерна овса // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции (Красноярск, 17-19 апреля 2018 года). Красноярск: Крас ГАУ, 2018. С. 157-160.

11. Лунин В., Сосунов Д., Сосунова О., Дмитриева Ю. Основные способы предотвращения микробиологической порчи мучных кондитерских и хлебобулочных изделий // Хлебопродукты. 2013. № 6. С. 32-34.

12. Basic accounting and planning aspects of the calculation of intra-factory turnover of returnable waste / I. E. Mizikovsky, A. A. Bazhenov, A. P. Garin [et al.] // International Journal of Economic Perspectives. – 2016. – Vol. 10. – No 4. – P. 340-345.

13. Никулина С.Н. Особенности учета возвратных отходов в организации хлебопекарного производства // Актуальные вопросы современной экономики. 2021. № 10. С. 542-547.

14. Тихойкин Д.В., Тучкова Л.Е., Тихойкина И.М. Проблема утилизации отходов как составная часть экологизации производства // Научные Записки ОрелГИЭТ. 2014. № 1(9). С. 304-308.

15. Способ производства спирта из отходов: патент РФ RU № 2237718 C1 / Ерохин И.Л., Змеева Н.Н., Кузнецов Э.В.; заявл. 20.06.2003; опубл. 10.10.2004; заявитель Открытое акционерное общество «Восток».

16. Крикунова Л.Н., Дубинина Е.В., Ободеева О.Н. Влияние вида возвратных отходов хлебопекарного производства на процесс перехода крахмала в растворимое состояние // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2019. № 21. С. 176-179.

17. Functional materials from plant biomass obtained by simultaneous enzymatic saccharification and communition / K. Shikinaka, M. Nakamura, R. R. Navarro, Y. Otsuka // Trends in Glycoscience and Glycotechnology. – 2020. – Vol. 32. – No 186. – P. E63-E76.

18. Способ производства дистиллята из крахмалсодержащего сырья: патент РФ RU № 2679844 C1 / Оганесянц Л.А., Песчанская В.А., Крикунова Л.Н.; заявл. 05.07.2018; опубл. 13.02.2019; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

19. Войнов Н.А., Воронин С.М., Жукова О.П., Ледник С.А. Результаты внедрения и исследования контактных ступеней бражных колонн // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2011. № 4(322). С. 93-98.

20. Вихревые ступени для тепломассообменных аппаратов / А.В. Богаткова [и др.] // Химия растительного сырья. 2020. № 1. С. 347-354.

21. Estimation of the efficiency of packed mass-transfer devices / A.V. Polyanski, V.N. Blinichev, O.V. Chagin, Y. Kravchik // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2017. – Vol. 51. – No 3. – P. 341-347.

22. Tsirlin, A. M. Thermodynamical estimation of the limit potentialities of irreversible binary distillation / A. M. Tsirlin, I. N. Grigorevsky // Journal of Non-Equilibrium Thermodynamics. – 2010. – Vol. 35. – No 3. – P. 213-233.

References

1. Pechen'e s nachinkoj novogo sostava / L.A. Lobosova, M.G. Magomedov, T.N. Malyutina [i dr.] // Hleboprodukty. 2020. № 4. S. 62-63.

2. Bespalova O.V. Razrabotka tekhnologii keksovogo izdeliya s ispol'zovaniem rastitel'nogo emul'gatora // Tekhnologiya i tovarovedenie innovacionnyh pishchevyh produktov. 2018. № 1(48). S. 29-34.

3. Tamazova S.Yu., Pershakova T.V., Kupin G.A., Viktorova E.P. Razrabotka receptury i ocenka potrebitel'skih svojstv vafel' s nachinkoj, obogashchennyh pishchevymi dobavkami // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 127. S. 193-203.

4. Rushchic A.A. Ispol'zovanie morskih vodoroslej v proizvodstve muchnyh konditerskih izdelij // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevye i biotekhnologii. 2014. T. 2. № 3. S. 86-93.

5. Zenina A.P., Efimova M.V., Efimov A.A. Napravleniya razvitiya potrebitel'skogo sprosa i assortimenta muchnyh konditerskih izdelij // Prirodnye resursy, ih sovremennoe sostoyanie, ohrana, promyslovoe i tekhnicheskoe ispol'zovanie: materialy VI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Ch. II. Petropavlovsk-Kamchatskij: KamchatGTU, 2015. S. 125-131.

6. Voronina M.S. Razrabotka tekhnologii muchnyh konditerskih izdelij s primeneniem produktov pererabotki yagod // Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal Koncept. 2016. № T.11. S. 3231-3235.

7. Chemical and microbial evaluation of biscuits made from wheat flour substituted with wheat sprouts / V. Đurović, M. Radovanović, L. Mandić [et al.] // Food Science and Technology International. – 2021. – Vol. 27. – No 2. – P. 172-183.

8. Szydłowska-Czerniak, A. Optimization of ingredients for biscuits enriched with rapeseed press cake-changes in their antioxidant and sensory properties / A. Szydłowska-Czerniak, S. Poliński, M. Momot // Applied Sciences (Switzerland). – 2021. – Vol. 11. – No 4. – P. 1-16.

9. Focus on gluten free biscuits: Ingredients and issues / M. Di Cairano, F. Galgano, R. Tolve [et al.] // Trends in Food Science & Technology. – 2018. – Vol. 81. – P. 203-212.

10. Yanova M.A., Roslyakov Yu.F. Razrabotka receptur biskvita s ispol'zovaniem muki, poluchennoj iz ekstrudirovannogo zerna ovsa // Nauka i obrazovanie: opyt, problemy, perspektivy razvitiya: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (Krasnoyarsk, 17-19 aprelya 2018 goda). Krasnoyarsk: KrasGAU, 2018. S. 157-160.

11. Lunin V., Sosunov D., Sosunova O., Dmitrieva Yu. Osnovnye sposoby predotvrashcheniya mikrobiologicheskoj porchi muchnyh konditerskih i hlebobulochnyh izdelij // Hleboprodukty. 2013. № 6. S. 32-34.

12. Basic accounting and planning aspects of the calculation of intra-factory turnover of returnable waste / I. E. Mizikovsky, A. A. Bazhenov, A. P. Garin [et al.] // International Journal of Economic Perspectives. – 2016. – Vol. 10. – No 4. – P. 340-345.

13. Nikulina S.N. Osobennosti ucheta vozvratnyh othodov v organizacii hlebopekarnogo proizvodstva // Aktual'nye voprosy sovremennoj ekonomiki. 2021. № 10. S. 542-547.

14. Tihojkin D.V., Tuchkova L.E., Tihojkina I.M. Problema utilizacii othodov kak sostavnaya chast' ekologizacii proizvodstva // Nauchnye Zapiski OrelGIET. 2014. № 1(9). S. 304-308.

15. Sposob proizvodstva spirta iz othodov: patent RF RU № 2237718 C1 / Erohin I.L., Zmeeva N.N., Kuznecov E.V.; zayavl. 20.06.2003; opubl. 10.10.2004; zayavitel' Otkrytoe akcionernoe obshchestvo «Vostok».

16. Krikunova L.N., Dubinina E.V., Obodeeva O.N. Vliyanie vida vozvratnyh othodov hlebopekarnogo proizvodstva na process perekhoda krahmala v rastvorimoe sostoyanie // Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produkcii sel'skogo hozyajstva. 2019. № 21. S. 176-179.

17. Functional materials from plant biomass obtained by simultaneous enzymatic saccharification and communition / K. Shikinaka, M. Nakamura, R. R. Navarro, Y. Otsuka // Trends in Glycoscience and Glycotechnology. – 2020. – Vol. 32. – No 186. – P. E63-E76.

18. Sposob proizvodstva distillyata iz krahmalsoderzhashchego syr'ya: patent RF RU № 2679844 C1 / Oganesyanc L.A., Peschanskaya V.A., Krikunova L.N.; zayavl. 05.07.2018; opubl. 13.02.2019; zayavitel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe nauchnoe uchrezhdenie «Federal'nyj nauchnyj centr pishchevyh system im. V.M. Gorbatova» RAN.

19. Vojnov N.A., Voronin S.M., Zhukova O.P., Lednik S.A. Rezul'taty vnedreniya i issledovaniya kontaktnyh stupenej brazhnyh kolonn // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Lesnoj zhurnal. 2011. № 4(322). S. 93-98.

20. Vihrevye stupeni dlya teplomassoobmennyh apparatov / A.V. Bogatkova [i dr.] // Himiya rastitel'nogo syr'ya. 2020. № 1. S. 347-354.

21. Estimation of the efficiency of packed mass-transfer devices / A. V. Polyanski, V. N. Blinichev, O. V. Chagin, Y. Kravchik // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2017. – Vol. 51. – No 3. – P. 341-347.

22. Tsirlin, A. M. Thermodynamical estimation of the limit potentialities of irreversible binary distillation / A. M. Tsirlin, I. N. Grigorevsky // Journal of Non-Equilibrium Thermodynamics. – 2010. – Vol. 35. – No 3. – P. 213-233.