

Пищевая биотехнология Food biotechnology

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2024-2-56-62>

Оригинальная статья/Research article

УДК 664.7

Open Access

Available online at vestnik-vsuet.ru

Технология муки из зерно-фруктовой барды

Сергей А. Урубков	¹	glen.vniiz@gmail.com	 0000-0002-2292-8649
Алексей А. Королёв	¹	korleh@mail.ru	 0000-0002-7144-2522
Станислав О. Смирнов	¹	sts_76@bk.ru	 0000-0002-8073-1238

¹ Научно-исследовательский институт пищекопцентратной промышленности и специальной пищевой, р.п. Измайлово, д. 22/1, Московская область, Ленинский городской округ, 142718, Россия

Аннотация. В спиртовой отрасли России более 15 млн т вторичных сырьевых ресурсов расходуется нецелесообразно. Комплексное использование отходов производства и побочных продуктов переработки растительного сырья позволит получить дополнительные резервы и источники питательных веществ. Целью данного исследования являлось определение основных параметров технологического процесса получения муки из послеспиртовой зерно-фруктовой барды с дальнейшей возможностью её использования в качестве пищевого ингредиента. Разрабатываемая технология переработки отходов в пищевые продукты рассматривалась как продолжение основной технологической схемы получения сухой барды. Результатом исследования является совершенствование существующих этапов переработки, а также разработка новых технологических параметров процессов сушки, измельчения и фракционирования сухой барды. Исследования показали, что технологические параметры этапа центрифугирования в разрабатываемой технологии не будут отличаться от традиционной технологии и будут зависеть от технического оснащения предприятия. Сушку кека осуществляли до влажности – 6%. Это ниже, чем в традиционной технологии (10%). На основании полученных данных можно сделать вывод что, режим сушки при 65°C предпочтителен, так как при этом достигаются заданные параметры готового продукта при оптимальной продолжительности процесса. Измельчение высушенной зерно-фруктовой барды осуществляется в две стадии. Целью первой стадии является измельчение крупных конгломератов высушенной зерно-фруктовой барды. На второй стадии предварительно измельченная фракция направляется на ножевую мельницу с установленной обечайкой с диаметром отверстий 0,45мм. Полученная мука из зерно-фруктовой барды сортируется по крупности (фракционируется) на севе с использованием сита с размером отверстий 0,25мм. Проходная фракция выходом 60–70% представляет собой муку с размерами частиц от 0 до 0,25мм. Сходовая фракция, полученная в севе, представляет собой крупные частицы муки размерами от 0,25 до 0,5мм с выходом муки 30–40%. При необходимости, повторное измельчение данной фракции позволит получить продукт с меньшим размером частиц.

Ключевые слова: технология муки, зерно-фруктовая барда, пищевые концентраты, вторичное сырье, сушка.

Technology of flour from grain-fruit stillage

Sergey A. Urubkov	¹	glen.vniiz@gmail.com	 0000-0002-2292-8649
Aleksei A. Korolev	¹	korleh@mail.ru	 0000-0002-7144-2522
Stanislav O. Smirnov	¹	sts_76@bk.ru	 0000-0002-8073-1238

¹ Scientific Research Institute of Food Concentrate Industry and Special Food Technology, v. Izmailovo, 22/1, Moscow region, Leninsky District, 142718, Russia

Abstract. In the alcohol industry of Russia, more than 15 million tons of secondary raw materials are used inexpediently. The integrated use of production waste and by-products of processing of plant raw materials will provide additional reserves and sources of nutrients. The purpose of this study was to determine the main parameters of the technological process of obtaining flour from dried distillers grain-fruit with solubles possibility of its use as a food ingredient. The technology being developed for processing waste into food products was considered as a continuation of the main technological scheme for obtaining dry bard. The result of the research is the improvement of existing processing stages, as well as the development of new technological parameters for drying, grinding and fractionation of dried distillers grain with solubles (DDGS). Research has shown that the technological parameters of the centrifugation stage in the technology being developed will not differ from traditional technology and will depend on the technical equipment of the enterprise. The wet cake was dried to a humidity of 6%. This is lower than in traditional technology (10%). Based on the data obtained, it can be concluded that the drying mode at 65 °C is preferable, since the specified parameters of the finished products are achieved at the optimal duration of the process. The milling of dried distillers grain-fruit with solubles is carried out in two stages. The purpose of the first stage is the grinding of large conglomerates of dried grain and fruit pulp. In the second stage, the pre-milling fraction is sent to a knife mill with an installed shell with a hole diameter of 0.45 mm. The resulting flour from dried distillers grain-fruit with solubles is sorted by size using a sieve with a hole size of 0.25 mm. The passing fraction with a yield of 60–70% is flour with particle sizes from 0 to 0.25 mm. The upper fraction obtained in sieving is large particles of flour ranging in size from 0.25 to 0.5 mm with a flour yield of 30–40%. If necessary, re-grinding this fraction will produce flour with a smaller particle size.

Keywords: flour technology, grain and fruit stillage, food concentrates, secondary raw materials, drying.

Для цитирования

Урубков С.А., Королёв А.А., Смирнов С.О. Технология муки из зерно-фруктовой барды // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 2. С. 56–62. doi:10.20914/2310-1202-2024-2-56-62

For citation

Urubkov S.A., Korolev A.A., Smirnov S.O. Technology of flour from grain-fruit stillage. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 2. pp. 56–62. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-2-56-62

Введение

В соответствии с Федеральным законом «О качестве и безопасности пищевых продуктов» необходимо принятие неотложных мер для повышения уровня самообеспечения страны продуктами питания. Инновационные пищевые продукты должны обладать направленными функциональными свойствами, иметь химический состав, обеспечивающий эти свойства, поэтому для повышения эффективности агропромышленного производства необходимо комплексное использование сельскохозяйственного сырья, в том числе и вторичных сырьевых ресурсов (ВСР). К вторичным сырьевым ресурсам относятся отходы, остающиеся после использования сырья и вспомогательных производственных материалов для получения основной продукции данного производства, а также побочные продукты, получаемые в процессе производства параллельно с основной или в результате дополнительной промышленной обработки отходов.

В связи с этим ВСР находят различные сферы применения в отраслях агропромышленного комплекса и всего хозяйства страны. На сегодняшний день более 70% всего объема вторичных ресурсов используется в качестве кормов для сельскохозяйственных животных [1–5].

Одним из аспектов продовольственной проблемы, в том числе и мирового уровня, является белково-витаминная недостаточность, поэтому, комплексно используя сельскохозяйственное сырье, представляется целесообразным проведение исследований и создание новых продуктов, отвечающих современным требованиям [6].

Необходимо научное обоснование способов переработки вторичных ресурсов на основе физических, химических и биологических методов по извлечению и концентрированию необходимых пищевых веществ. Только за счет таких подходов можно дополнительно произвести на 20–30% больше продуктов питания.

В России в пищевых отраслях образуется более 45 млн т вторичных ресурсов, при этом на долю спиртовой промышленности относится одна треть [1]. Это ценное сырье часто расходуется нецелесообразно.

Рациональный подход к использованию ВСР позволит совершенствовать действующие технологии переработки растительного сырья и будет способствовать внедрению ресурсосберегающих технологий и безотходного производственного цикла.

Для производства спирта, основного сырья для получения ликероводочной продукции,

традиционно используются различные виды зерновых (пшеница, рожь, ячмень, овёс, кукуруза, просо). Также растет спрос на спиртные напитки, с повышенными вкусо-ароматическими свойствами, на основе дистиллятов и спирта, получаемых с использованием натурального фруктового и комбинированного зерно-фруктового сырья. Как следствие получается значительное количество барды богатой не только белками, но и пищевыми волокнами.

Таким образом, комплексное использование отходов производства и побочных продуктов переработки растительного сырья позволит получить дополнительные резервы и источники питательных веществ, поэтому целью настоящего исследования являлось определение основных параметров технологического процесса получения муки из послеспиртовой зерно-фруктовой барды с дальнейшей возможностью её использования в качестве пищевого ингредиента [7–9].

Материалы и методы

Объектом исследования являлась послеспиртовая барда полученная при переработке зерно-фруктового сырья, исходной влажностью – 94%, а также продукты её переработки.

При проведении лабораторных исследований и испытаний были использованы:

Центрифужная сушилка KRONEN KS-7 ECO (Германия) применялась с целью механического осушения сырой барды полученной при переработке зерно-фруктового сырья. Центрифужная сушилка KRONEN KS-7 ECO отжимает продукты со скоростью вращения 250–850 об/мин и имеет фиксированное время вращения. Удаление свободной влаги проводили ступенчато с повышением количества оборотов от 250 до 850 об/мин и продолжительности обработки от 30 до 90 секунд на каждом цикле.

Лабораторная сушильная установка с конвективным типом энергоподвода (Россия). Отбор проб – по ГОСТ 15113.0–77; массовую долю влаги определяли термogravиметрическим методом на анализаторе влажности ЭВЛАС 2М (Россия). Сушка проводилась в диапазоне температур 50–80 °С.

Молотковая дробилка МДУ-1 (Россия) с частотой вращения ротора 2900 об/мин и роторная ножевая мельница Brabender (Германия) с частотой вращения ротора 820 об/мин применялись для измельчения сухой зерно-фруктовой барды. Набор сит по ГОСТ Р 51568–99 (ИСО 3310–1–90).

Результаты и обсуждение

Барда – отход производства этилового спирта (суспензия) светло-коричневого цвета

с запахом зерна или иного добавленного сырья. Содержание сухих веществ – 5–10%. После-спиртовая барда образуется в количестве от 120 до 140 м³ на 1000 дал спирта. Барда является ценным ресурсом с богатой пищевой ценностью, так как помимо зерновой клетчатки содержит до 30–35% протеина, а также значительное количество свободных аминокислот, витаминов и микроэлементов. После-спиртовая барда в жидком виде – продукт проблемный с коротким сроком хранения из-за белков, входящих в ее состав, подверженных разложению [10, 11].

Наиболее рациональным способом получения сухой барды, применяемым современными перерабатывающими предприятиями, является путь по представленной на рисунке 1 схеме (из расчета на 100 т исходной жидкой барды) [12, 13–20].

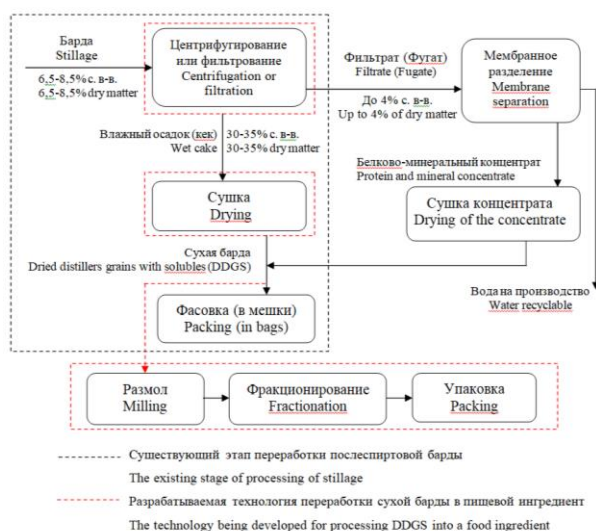


Рисунок 1. Схема получения муки из сухой зерно-фруктовой барды

Figure 1. Scheme for obtaining flour from dry grain-fruit stillage

Разрабатываемая технология переработки отходов в пищевые продукты рассматривалась как продолжение основной технологической схемы сухой барды. Целесообразным являлось совершенствование существующих этапов переработки, а также разработка новых технологических параметров процессов сушки, измельчения и фракционирования сухой барды, с целью обеспечения адекватных потребительских свойств новых продуктов.

В результате работы исследованы основные параметры технологического процесса, а также в лабораторных условиях смоделирована технология получения муки из зерно-фруктовой барды.

Описание технологического процесса производства муки из зерно-фруктовой барды.

Этап 1. Центрифугирование

Современные спиртоперерабатывающие предприятия в производственном цикле получения сухой после-спиртовой барды, как правило, применяют специальные горизонтальные центрифуги непрерывного действия со шнековой выгрузкой – декантеры. Данное оборудование позволяет разделить барду на влажный осадок нерастворимых веществ – кек (30...35% с. в-в.) и жидкую фракцию [12].

Технологические параметры данного этапа в разрабатываемой технологии не будут отличаться от традиционной технологии и будут зависеть от технического оснащения предприятия.

При моделировании технологического процесса и получения продукта с содержанием сухих веществ 30–35% в лабораторных условиях применялась центрифужная сушилка. Первоначальный продукт – жидкая смесь с содержанием сухих веществ 5–7%.

Механическим способом при центрифугировании удалось отделить фильтрат (фугат) и повысить содержание сухих веществ в нерастворимом осадке (кек) до 19% (рисунок 2), при этом полученная масса легко разделялась и, в целом, хорошо поддавалась дальнейшему технологическому процессу обработки.

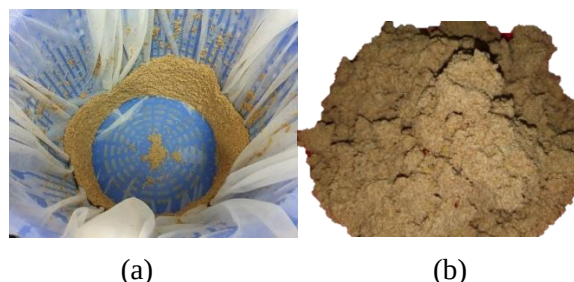


Рисунок 2. Зерно-фруктовая барда на этапе центрифугирования: а – получение кека в лабораторной центрифужной сушилке; б – кек содержанием сухих веществ 19%

Figure 2. Grain-fruit DDGS at the centrifugation stage: а – wet cake preparation in a laboratory centrifuge dryer; б – wet cake with a dry matter content of 19%

Этап 2. Сушка

Для получения порошкообразного продукта, целесообразно получить сухой продукт с содержанием влаги ниже, чем это принято в традиционной технологии (10%). Поэтому сушку кека осуществляли до влажности – 6%. Пониженная влажность увеличивает эффективность получения муки с заданным гранулометрическим составом. Кроме того, при влажности муки из зерно-фруктовой барды более 6% вероятно его слеживание из-за содержания пектина в яблочной составляющей барды.

Обычно технология сушки барды предполагает применение контактной сушки при температуре более 150 °С. Но так как в составе экспериментального продукта помимо зерновой основы входит и яблочная часть, то применение температуры более 80 °С не приемлемо, вследствие денатурации белковых веществ, карамелизации углеводов с одновременным изменением цветности продукта за счет образования меланоидинов, окисления жиров и т. д.

Процесс обезвоживания проводили в диапазоне температур 50 – 80 °С. Кривые сушки кека при различных температурах представлены на рисунке 3.

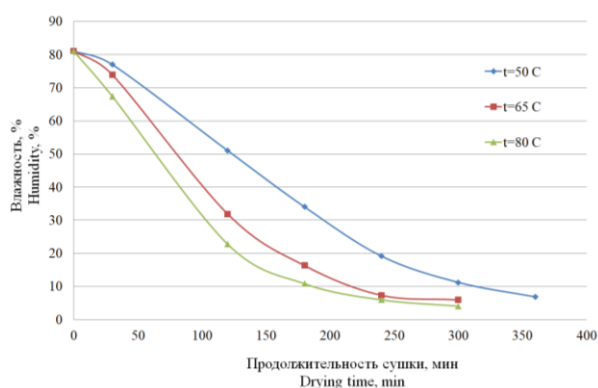


Рисунок 3. Кривые сушки зерно-фруктовой барды при различных температурах

Figure 3. Drying curves of grain-fruit DDGS at different temperatures

Первоначально в период прогрева материала и до начала удаления свободной влаги, процесс сушки идет медленно. После чего начинается период равномерной потери массы и завершается периодом удаления влаги из внутренних слоев материала. Наиболее равномерное и длительное изменение влажности барды, наблюдается при температуре 50 °С. Кривая сушки при этом отличается от кривых, полученных при сушке при температурах 65 и 80 °С. Заданную влажность 6% при температуре 65 °С достигнута за 300 минут, что на 60 минут позже, чем при 80 °С.

При анализе изменений скорости сушки, представленных на рисунке 4, видно, что кривые dW/dT 65 и 80 °С имеют также близкие значения. Но, при температуре 80 °С отмечались потемневшие участки барды, кроме того происходило спекание поверхностных слоев продукта, что нарушало равномерность влагоотдачи. Заметно, что скорость сушки при 65 °С, на участке от 100 до 200 минут выше чем при 80 °С.

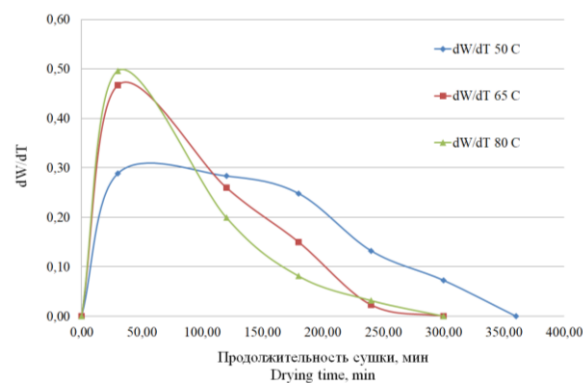


Рисунок 4. Скорости сушки зерно-фруктовой барды при различных температурах

Figure 4. Drying rates of grain-fruit DDGS at different temperatures

На основании полученных данных, можно сделать вывод что, режим сушки при 65 °С предпочтителен, так как при этом достигаются заданные параметры готового продукта при оптимальной продолжительности процесса.

На рисунке 5 представлена зерно-фруктовая барда после этапов центрифугирования и сушки.



Рисунок 5. Сухая зерно-фруктовая барда

Figure 5. Dry grain-fruit DDGS

Этап 3. Размол

Измельчение высушенной зерно-фруктовой барды осуществляется в две стадии. Целью первой стадии является измельчение крупных конгломератов высушенной зерно-фруктовой барды. Для этого высушенная зерно-фруктовая барда поступает на молотковую дробилку, которая оснащается обечайкой с диаметром отверстий 2,0 мм. Продукт обрабатывается в машине, подвергаясь ударному воздействию до достижения заданной крупности.

На второй стадии предварительно измельченная фракция направляется на ножевую мельницу с установленной обечайкой с диаметром отверстий 0,45 мм. Данный размер отверстий позволяет получить готовый продукт соответствующий по крупности муке из крупяных культур.

В процессе обработки в ножевой мельнице происходит резание частиц обрабатываемого продукта – сдвиговых деформаций частиц между ножами ротора и корпуса. Данное воздействие необходимо с целью измельчения продукта с волокнистой структурой, которыми являются пшеничные отруби и плодовые оболочки яблок. Измельчённая на ножевой мельнице до порошкообразного состояния сухая зерно-фруктовая барда представляет собой готовый продукт – муку.

В целом, процесс измельчения подразумевает переработку высушенной зерно-фруктовой барды с выработкой муки с базисным выходом $98 \pm 1\%$. Количество отходов и механические потери устанавливаются на этапе опытного промышленного производства и находятся в интервале 0–1%.

Этап 4. Фракционирование

При необходимости, мука из зерно-фруктовой барды сортируется по крупности (фракционируется). Фракционирование осуществляется на расieve с использованием сита с размером отверстий 0,25 мм. Проходовая фракция выходом 60–70% представляет собой муку с размерами частиц от 0 до 0,25 мм (рисунок 6).



Рисунок 6. Мука из зерно-фруктовой барды

Figure 6. Flour from grain-fruit DDGS

Муку из зерно-фруктовой барды возможно применять в качестве обогащающего пищевого ингредиента в хлебопекарной, кондитерской и пищевых концентратной отрасли при производстве таких категорий изделий как сухие зерновые

продукты, печенье и галеты, экструдированные продукты. Сходовая фракция, полученная в расieve, представляет собой крупные частицы муки размерами от 0,25 до 0,5 мм с выходом муки 30–40%. Данный размер частиц будет целесообразен при применении муки из зерно-фруктовой барды при производстве макаронных изделий. При необходимости повторное измельчение данной фракции позволит получить продукт с меньшим размером частиц.

Из рисунка 6 можно отметить склонность муки из зерно-фруктовой барды к образованию комков. Вероятно, это связано с высоким содержанием пищевых волокон, представленных главным образом пектиновыми веществами. Данное свойство необходимо учитывать в технологиях с применением муки из зерно-фруктовой барды, а также при упаковке и хранении готовой продукции.

Заключение

В результате разработки и моделирования технологии муки из послеспиртовой зерно-фруктовой барды с дальнейшей возможностью её использования в качестве пищевого ингредиента были разработаны основные параметры отдельных этапов технологического процесса.

Следующий этап исследования предполагает изучение химического состава муки из зерно-фруктовой барды включая содержание основных пищевых веществ, минеральных веществ и витаминов с целью оценки перспективы её применения в качестве пищевого ингредиента в хлебопекарной, кондитерской, макаронной промышленности, при производстве пищевых концентратов (сухих зерновых продуктов, первых и вторых блюд быстрого приготовления, экструдированных продуктов).

Благодарности

Научно-исследовательская работа проведена за счет субсидий на выполнение прикладных научных исследований в рамках темы № FGMF-2023–0004 «Разработка инновационных технологий переработки зернового и фруктового сырья для создания оригинальных спиртных напитков и дополнительных продуктов пищевого и кормового назначения».

Литература

- 1 Мусаева Н.М., Мусаева В.В. Вторичные сырьевые ресурсы и возможности их использования // Состояние и перспективы научно-технологического развития рыбопромышленного комплекса российской федерации. 2021. С. 105-116.
- 2 Vadiel R., Minhas P.S., Kumar S., Singh Y. et al. Significance of vinasses waste management in agriculture and environmental quality-Review // African Journal of Agricultural Research. 2014. V. 9. №. 38. P. 2862-2873. doi: 10.5897/AJAR2014.8819
- 3 Бузетти К.Д., Головачева Н.А., Иванов М.В. Применение сухой послеспиртовой барды в кормах свиноводческой отрасли // Аграрная наука. 2020. №. 4. С. 25-27. doi: 10.32634/0869–8155–2020–337–4–25–27
- 4 Alimkulo Z., Velyamov M., Potoroko I., Kuanysh S. et al. Development of Resource-Saving Biotechnology for the Production of a Feed Additive from Distiller's Wastes with Probiotic Properties // Archives of Razi Institute. 2022. V. 77. №. 6. P. 2281. doi: 10.22092/ARI.2022.360053.2536

- 5 Пелевина Г.А., Леденев В.П. Спиртовая барда – наполнитель премиксов для животных // Хранение и переработка сельхозсырья. 2006. № 12. Р. 55–57.
- 6 Mikucka W., Zielińska M. Distillery stillage: characteristics, treatment, and valorization // Applied biochemistry and biotechnology. 2020. V. 192. P. 770-793. doi: 10.1007/s12010-020-03343-5
- 7 Абрамова И.М., Туршатов М.В., Соловьев А.О. и др. О производстве этилового спирта и дистиллятов с использованием фруктового сырья совместно с зерновым // Пищевая промышленность. 2023. № 5. С. 67–69. doi: 10.52653/PPI.2023.5.5.019
- 8 Коденцова В.М., Рисник Д.В., Серба Е.М., Абрамова И.М. и др. Яблочные выжимки как источник функциональных пищевых ингредиентов: обзор предметного поля // Хранение и переработка сельхозсырья. 2023. №. 2. doi: 10.36107/spfp.2023.430
- 9 Римарева Л.В., Серба Е.М., Соколова Е.Н. и др. К вопросу о целесообразности использования ягод черной смородины для получения оригинальных зерно-фруктовых дистиллятов // Пищевая промышленность. 2023. № 5. С. 61–63. doi: 10.52653/PPI.2023.5.5.017
- 10 Кайшев А.Ш. Перспективы переработки спиртовых отходов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2009. №. 2. С. 76-78.
- 11 Поляков В.А., Абрамова И.М., Польшалина Г.В., Римарева Л.В. и др. Инструкция по техно-химическому и микробиологическому контролю спиртового производства. 2007.
- 12 Туршатов М.В., Поляков В.А., Леденев В.П. Современные возможности полной переработки зерна на спирт и белково-углеводные продукты // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2012. № 2. С. 18–19.
- 13 Кононенко В.В. Комплексная переработка сырья – реальная перспектива повышения рентабельности спиртового производства // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № 10. С. 10–14.
- 14 Abramova I.M. et al. Protein feedstuff production based on microbial biomass // IOP conference series: earth and environmental science. IOP Publishing, 2020. V. 548. №. 8. P. 082080.
- 15 Kuznetsov I. Biologics for the protection of forests on the basis of mushroom *Phlebiopsis gigantea* with deep cultivation on alcohol stillage production // The Korean Journal of Food & Health Convergence. 2018. V. 4. №. 3. P. 6-11. doi: 10.13106/kjfhc.2018.vol4.no3.6
- 16 Danilova K., Oliynichuk S., Verbytskyi S. Bioutilization of the distillery stillage of different grain species from bioethanol production // Ecological Questions. 2023. V. 34. №. 4. P. 1-12. doi: 10.12775/EQ.2023.050.
- 17 Kovalchuk S., Mudrak T. A Resource-saving and energy-efficient technology of fermentation of wort from starch-containing raw materials for bioethanol production // Food Science & Technology (2073-8684). 2022. V. 16. №. 1.
- 18 Sharova N.Y., Mityukov A.S., Nsengumuremyi D. Antimicrobial activity of ultradisperse humic sapropel suspensions // EC Nutrition. 2020. V. 15. №. 3. P. 1-7. doi: 10.17586/2310-1164-2019-12-3-25-31
- 19 Korsheva I., Chaunina E. The effect of compound feed on the productivity of broiler chickens // BIO Web of Conferences. EDP Sciences, 2021. V. 37. P. 00107.
- 20 Kovalchuk S., Dolomakin Y. Optimisation of technological parameters of fermentation of highly concentrated wort from grain raw materials for bioethanol production // Food Science & Technology (2073-8684). 2022. V. 16. №. 2. doi: 10.15673/fst.v16i2.2375

References

- 1 Musaeva N.M., Musaeva V.V. Secondary raw materials resources and possibilities for their use. State and prospects of scientific and technological development of the fishing industry of the Russian Federation. 2021. pp. 105-116. (in Russian)
- 2 Vadivel R., Minhas P.S., Kumar S., Singh Y. et al. Significance of vinasses waste management in agriculture and environmental quality-Review. African Journal of Agricultural Research. 2014. vol. 9. no. 38. pp. 2862-2873. doi: 10.5897/AJAR2014.8819
- 3 Buzetti K.D., Golovacheva N.A., Ivanov M.V. Application of dry post-alcohol stillage in feed for the pig industry. Agricultural Science. 2020. no. 4. pp. 25-27. doi: 10.32634/0869-8155-2020-337-4-25-27 (in Russian).
- 4 Alimkulo Z., Velyamov M., Potoroko I., Kuanysh S. et al. Development of Resource-Saving Biotechnology for the Production of a Feed Additive from Distiller's Wastes with Probiotic Properties. Archives of Razi Institute. 2022. vol. 77. no. 6. pp. 2281. doi: 10.22092/ARI.2022.360053.2536
- 5 Pelevina G.A., Ledenev V.P. Alcohol stillage – premix filler for animals. Storage and processing of agricultural raw materials. 2006. no. 12. pp. 55–57. (in Russian).
- 6 Mikucka W., Zielińska M. Distillery stillage: characteristics, treatment, and valorization. Applied biochemistry and biotechnology. 2020. vol. 192. pp. 770-793. doi: 10.1007/s12010-020-03343-5
- 7 Abramova I.M., Turshatov M.V., Solovyov A.O. et al. On the production of ethyl alcohol and distillates using fruit raw materials together with grain. Food industry. 2023. no. 5. pp. 67–69. doi: 10.52653/PPI.2023.5.5.019 (in Russian).
- 8 Kodentsova V.M., Risnik D.V., Serba E.M., Abramova I.M. et al. Apple pomace as a source of functional food ingredients: a review of the subject field. Storage and processing of agricultural raw materials. 2023. no. 2. doi: 10.36107/spfp.2023.430 (in Russian).
- 9 Rimareva L.V., Serba E.M., Sokolova E.N. et al. On the question of the advisability of using black currant berries to obtain original grain-fruit distillates. Food industry. 2023. no. 5. pp. 61–63. doi: 10.52653/PPI.2023.5.5.017 (in Russian).
- 10 Kaishev A.Sh. Prospects for processing alcohol waste. News of higher educational institutions. North Caucasus region. Natural Sciences. 2009. no. 2. pp. 76-78. (in Russian).
- 11 Polyakov V.A., Abramova I.M., Polygalina G.V., Rimareva L.V. et al. Instructions for techno-chemical and microbiological control of alcohol production. 2007. (in Russian).
- 12 Turshatov M.V., Polyakov V.A., Ledenev V.P. Modern possibilities of complete processing of grain into alcohol and protein-carbohydrate products. Production of alcohol and alcoholic beverages. 2012. no. 2. pp. 18–19. (in Russian).
- 13 Kononenko V.V. Integrated processing of raw materials - a real prospect for increasing the profitability of alcohol production. Storage and processing of agricultural raw materials. 2017. no. 10. pp. 10–14. (in Russian).

- 14 Abramova I.M. et al. Protein feedstuff production based on microbial biomass. IOP conference series: earth and environmental science. IOP Publishing, 2020. vol. 548. no. 8. pp. 082080.
- 15 Kuznetsov I. Biologics for the protection of forests on the basis of mushroom *Phlebiopsis gigantea* with deep cultivation on alcohol stillage production. The Korean Journal of Food & Health Convergence. 2018. vol. 4. no. 3. pp. 6-11. doi: 10.13106/kjfhc.2018.vol4.no3.6
- 16 Danilova K., Oliynichuk S., Verbytskyi S. Bioutilization of the distillery stillage of different grain species from bioethanol production. Ecological Questions. 2023. vol. 34. no. 4. pp. 1-12. doi: 10.12775/EQ.2023.050.
- 17 Kovalchuk S., Mudrak T. A Resource-saving and energy-efficient technology of fermentation of wort from starch-containing raw materials for bioethanol production. Food Science & Technology (2073-8684). 2022. vol. 16. no. 1.
- 18 Sharova N.Y., Mityukov A.S., Nsengumuremyi D. Antimicrobial activity of ultradisperse humic sapropel suspensions. EC Nutrition. 2020. vol. 15. no. 3. pp. 1-7. doi: 10.17586/2310-1164-2019-12-3-25-31
- 19 Korsheva I., Chaunina E. The effect of compound feed on the productivity of broiler chickens. BIO Web of Conferences. EDP Sciences, 2021. vol. 37. pp. 00107.
- 20 Kovalchuk S., Dolomakin Y. Optimisation of technological parameters of fermentation of highly concentrated wort from grain raw materials for bioethanol production. Food Science & Technology (2073-8684). 2022. vol. 16. no. 2. doi: 10.15673/fst.v16i2.2375

Сведения об авторах

Сергей А. Урубков к.т.н., старший научный сотрудник, отдел детского и диетического питания, НИИ пищекоцентрированной промышленности и специальной пищевой технологии, р.п. Измайлово, д. 22/1, Московская область, Ленинский городской округ, 142718, Россия, glen.vniiz@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-2292-8649>

Алексей А. Королёв к.т.н., заведующий отделом, отдел пищевых концентратов и оборудования, НИИ пищекоцентрированной промышленности и специальной пищевой технологии, р.п. Измайлово, д. 22/1, Московская область, Ленинский городской округ, 142718, Россия, korleh@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7144-2522>

Станислав О. Смирнов к.т.н., заместитель директора по научной работе, НИИ пищекоцентрированной промышленности и специальной пищевой технологии, р.п. Измайлово, д. 22/1, Московская область, Ленинский городской округ, 142718, Россия, sts_76@bk.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8073-1238>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Sergey A. Urubkov Cand. Sci. (Engin.), senior research, children's and dietary nutrition department, Scientific Research Institute of Food Concentrate Industry and Special Food Technology, v. Izmailovo, 22/1, Moscow region, Leninsky District, 142718, Russia, glen.vniiz@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-2292-8649>

Aleksei A. Korolev Cand. Sci. (Engin.), head of division, food concentrates and equipment department, Scientific Research Institute of Food Concentrate Industry and Special Food Technology, v. Izmailovo, 22/1, Moscow region, Leninsky District, 142718, Russia, korleh@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7144-2522>

Stanislav O. Smirnov Cand. Sci. (Engin.), deputy director, Scientific Research Institute of Food Concentrate Industry and Special Food Technology, v. Izmailovo, 22/1, Moscow region, Leninsky District, 142718, Russia, sts_76@bk.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8073-1238>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 12/04/2024	После редакции 30/04/2024	Принята в печать 27/05/2024
Received 12/04/2024	Accepted in revised 30/04/2024	Accepted 27/05/2024