

Исследования по получению дистиллятов из сброженного зерно-фруктового сырья на аппаратах периодического действия

Евгений А. Кириллов	¹	spirt405@yandex.ru	 0000-0001-9297-0554
Виктория Д. Никитенко	¹	lab78@mail.ru	 0000-0001-5314-3513
Михаил В. Туршатов	¹	lab78@mail.ru	 0000-0003-1277-5498
Валентин В. Кононенко	¹	lab78@mail.ru	 0000-0002-7568-5193
Александр О. Соловьев	¹	lab78@mail.ru	 0000-0003-2666-6890

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии, Ул. Самкотная, 4Б, Москва, 111033, Россия

Аннотация. В работе приведены данные по технологии получения дистиллятов, при совместной переработке фруктового и зернового сырья, на аппаратах периодического действия и на дистилляционных установках непрерывного действия. Рассмотрены факторы, сдерживающие производство фруктовых дистиллятов в РФ. Предложен способ по переработке фруктового сырья с использованием существующего оборудования спиртовых заводов. При помощи лабораторной кубовой ректификационной установки периодического действия смоделирован технологический процесс промышленного получения дистиллятов, использующий дистилляционные установки непрерывного действия. Рассмотрены особенности производства дистиллятов из зерно-фруктового сырья на лабораторной кубовой ректификационной установке периодического действия, по методу двукратной перегонки. По результатам проведенных исследований установлено, что имеется технологическая возможность применения аппаратов непрерывного действия, реализованных на базе брагоректификационных установок спиртовых заводов, для получения дистиллятов с оригинальными органолептическими показателями на основе зерно-фруктового сырья. Получены образцы невыдержанного дистиллята с органолептическими показателями присущими исходному сырью. Разработана аппаратурно-технологическая схема установки непрерывного действия для производства дистиллятов из сброженного зерно-фруктового сырья. Выявлено, что процесс перегонки зерно-фруктовой бражки на аппаратах, работающих под атмосферным давлением, может сопровождаться образованием нагара нерастворенных веществ на элементах конструкции перегонных аппаратов. В процессе перегонки бражек из зерно-фруктового сырья в содержание метилового спирта в продукте может достигать 0,2%, что необходимо учитывать при планировании производства. Разработаны рекомендации по внедрению технологического процесса производства дистиллятов из зерно-фруктового сырья на технологическом оборудовании спиртовых заводов.

Ключевые слова: дистиллят, зерно-фруктовое сырье, ректификационная установка, перегонка, спиртовой завод..

Research on the obtaining of distillates from fermented grain and fruit raw materials using periodic devices

Evgeniy A. Kirillov	¹	spirt405@yandex.ru	 0000-0001-9297-0554
Viktoria D. Nikitenko	¹	lab78@mail.ru	 0000-0001-5314-3513
Mihail V. Turshatov	¹	lab78@mail.ru	 0000-0003-1277-5498
Valentin V. Kononenko	¹	lab78@mail.ru	 0000-0002-7568-5193
Alexander O. Solovyev	¹	lab78@mail.ru	 0000-0003-2666-6890

¹ All-Russian Research Institute of Food Biotechnology, Samokatnaya st., 4B, Moscow, 111033, Russia

Abstract. The work provides data on the technology for producing distillates during the joint processing of fruit and grain raw materials, using batch devices and continuous distillation units. Factors constraining the production of fruit distillates in the Russian Federation are considered. A method for processing fruit raw materials using existing equipment of distilleries is proposed. Using a laboratory batch distillation unit, the technological process for the industrial production of distillates using continuous distillation units was simulated. The features of the production of distillates from grain and fruit raw materials in a laboratory batch distillation unit using the double distillation method are considered. Based on the results of the studies, it was established that there is a technological possibility of using continuous-action devices, implemented on the basis of distillation units of distilleries, to obtain distillates with original organoleptic characteristics based on grain and fruit raw materials. Samples of unaged distillate with organoleptic characteristics inherent in the original raw material were obtained. A hardware and technological scheme for a continuous operation installation for the production of distillates from fermented grain and fruit raw materials has been developed. It has been revealed that the process of distillation of grain-fruit mash on devices operating under atmospheric pressure may be accompanied by the formation of carbon deposits of undissolved substances on the structural elements of the distillation apparatus. In the process of distilling mash from grain and fruit raw materials, the methyl alcohol content in the product can reach 0.2%, which must be taken into account when planning production. Recommendations have been developed for the implementation of the technological process for the production of distillates from grain and fruit raw materials on the technological equipment of alcohol factories.

Keywords: distillate, grain and fruit raw materials, distillation unit, distillation, distillery.

Для цитирования

Кириллов Е.А., Никитенко В.Д., Туршатов М.В., Кононенко В.В., Соловьев А.О. Исследования по получению дистиллятов из сброженного зерно-фруктового сырья на аппаратах периодического действия // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 3. С. 89–95. doi:10.20914/2310-1202-2024-3-89-95

For citation

Kirillov E.A., Nikitenko V.D., Turshatov M.V., Kononenko V.V., Solovyev A.O. Research on the obtaining of distillates from fermented grain and fruit raw materials using periodic devices. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 3. pp. 89–95. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-3-89-95

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

В мире выпускается широкий ассортимент напитков на основе фруктовых дистиллятов. Однако, в РФ при производстве спиртных напитков, фруктовое сырье применяется в основном в виде настоев и морсов. К сдерживающим факторам производства фруктовых дистиллятов в РФ следует отнести следующие: сезонность, низкое содержание углеводов в сырье, низкое содержание спирта в сброженном сырье, высокие эксплуатационные затраты, большое количество отходов, высокую себестоимость конечной продукции [1–4].

Сократить издержки производства при изготовлении фруктовых дистиллятов можно адаптировав технологию производства дистиллятов под оборудование спиртовых заводов. Но определенный интерес представляют дистилляты, произведенные из зерно-фруктового сырья, которые позволят изготовить новые виды напитков [5, 6].

Переработку фруктового сырья совместно с зерновым возможно организовать на оборудовании действующих спиртовых заводов. При этом: сезонность переработки фруктово-ягодного сырья совместно с зерновым не будет влиять на работу заводов в течение всего года; повышается концентрации спирта при совместной переработке зерно-фруктового сырья по сравнению с производством фруктовых дистиллятов; появляется возможность безотходной переработки фруктово-ягодного сырья совместно с зерновым с последующей переработкой вторичных ресурсов в кормовые и пищевые продукты [7–9].

Традиционно дистилляты производили на кубовых аппаратах. В настоящее время практика производства дистиллятов из фруктового, ягодного и зернового сырья на кубовых аппаратах используется, в основном, при кустарном производстве для изготовления напитков таких, как ракия, граппа, кальвадос, шнапс, сливовица, палинка, кирш, самогон и др. [2, 10, 11].

Цель работы – разработка рекомендаций и технологических решений для производства дистиллятов из зерно-фруктового сырья на брагоректификационных установках непрерывного действия спиртовых заводов.

Материалы и методы

Методика проведения работы была основана на анализе схем ректификации, применяемых на действующих мощностях по производству спирта из крахмалсодержащего и сахаросодержащего сырья. За основу были взяты классические схемы ректификации, которые имеют потенциал для получения зерно-фруктовых дистиллятов с оригинальными органолептическими показателями.

Кроме того, рассмотрен отечественный и зарубежный опыт сбраживания и дистилляции фруктового сырья, с целью сохранения вкусоароматических свойств сырья в готовом продукте.

После анализа существующих технологий, был смоделирован технологический процесс производства дистиллятов на установках непрерывного действия при помощи лабораторной кубовой ректификационной установки периодического действия, по методу двукратной перегонки. Были получены дистилляты с оригинальными органолептическими характеристиками, присущими исходному сырью.

Результаты и обсуждение

Промышленное производство дистиллятов осуществляют на установках непрерывного действия, которые имеют существенно большую производительность (на несколько порядков) по сравнению с аппаратами периодического действия [12–14].

Технологический процесс производства дистиллятов на установках непрерывного действия представлен на процессуальной схеме, приведенной на рисунке 1.

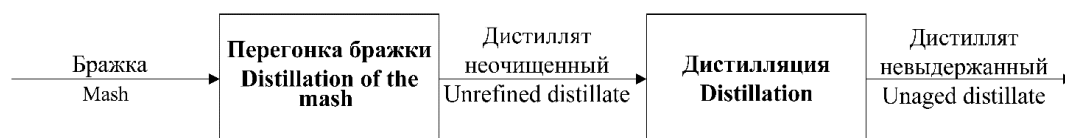


Рисунок 1. Процессуальная схема производства дистиллятов на установках непрерывного действия

Figure 1. Process flow chart for the production of distillates in continuous installations

Технологический процесс производства дистиллятов на установках непрерывного действия условно можно разделить на две стадии: перегонку бражки и дистилляцию. В процессе перегонки бражки извлекается спирт со всеми сопутствующими примесями и получают дистиллят неочищенный. На стадии дистилляции его освобождают от метилового спирта, части

головных и сивушных примесей. В результате получают дистиллят невыдержанный в соответствии с нормативной документацией [15, 16].

Зрелую зерно-фруктовую бражку из зерна пшеницы и яблок, смешанных в равных пропорциях, перегоняли на ректификационной установке периодического действия, представленной на рисунке 2.

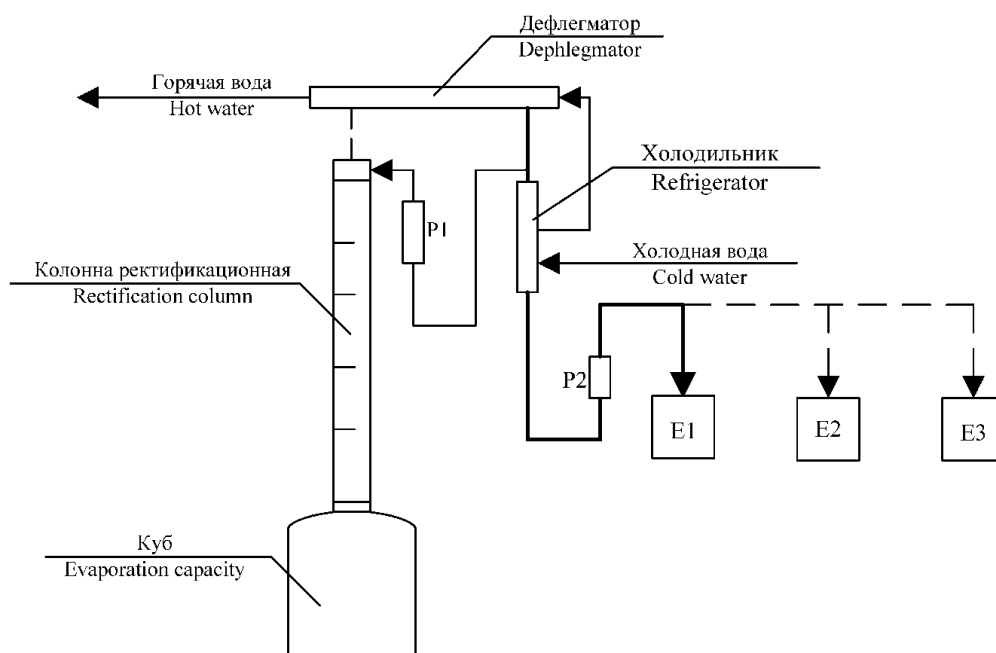


Рисунок 2. Аппаратурная схема ректификационной установке периодического действия: E1 – сборник головной фракции; E2 – сборник дистиллята; E3 – сборник сивушной фракции; P1, P2 – ротаметры

Figure 2. The hardware diagram of a periodic rectification unit: E1 – head fraction collector; E2 – distillate collector; E3 – fusel oil fraction collector; P1, P2 – rotameters

При первой перегонке на установке, ректификационная колонка была заменена на пустую царгу. Дефлегматор работал в режиме конденсатора без возврата флегмы, разделение дистиллята на фракции не осуществлялось. В результате перегонки из зерно-фруктовой бражки был извлечен спирт и получен дистиллят неочищенный, с неприятным запахом пригоревших фруктов. При кустарном производстве фруктовые бражки, как правило осветляют отстаиванием и снятием с осадка. При этом потери спирта могут составлять до 5–7% от абсолютного спирта [17, 18]. При промышленном производстве осветление бражек можно осуществить при помощи сепарирования на центрифугах с последующим выпариванием спирта из сухого остатка и возвращением его в технологический процесс. Это потребует определенных капитальных затрат и частичной модернизации технологического оборудования спиртзавода.

Исключить пригорание сырья на элементах брагоперегонных аппаратов можно при помощи уменьшения температуры кипения исходного сырья, создав вакуум в установке. Лабораторная установка была дооснащена вакуумным насосом, и дальнейшая перегонка зрелой бражки была проведена под вакуумом. Давление в кубе установки составляло порядка 50 кПа, температура кипящей бражки 80–85 °С. В результате перегонки получен неочищенный дистиллят с ароматом исходного сырья и содержанием метилового спирта порядка 0,2%.

Вторую перегонку (перегонку неочищенного дистиллята) также осуществляли на установке, схема которой приведена на рисунке 2, под атмосферным давлением. В результате перегонки дистиллята неочищенного по методу фракционного разделения был получен дистиллят невыдержанный, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 33723–2016 «Дистиллят зерновой. Технические условия», ГОСТ Р 70225–2023 «Виски российский, дистилляты зерновые и висковые российские. Общие технические условия» и техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» с характерным ароматом исходного сырья».

На следующем этапе был проведен анализ схем брагоректификационных установок спиртовых заводов, который позволил разработать аппаратно-технологическую схему установки непрерывного действия для производства дистиллятов на оборудовании брагоректификационных установок [19–22].

Для реализации технологического процесса производства дистиллята, в соответствии с процессуальной схемой (рисунок 1), необходимы две колонны: бражная и дистилляционная. Любая брагоректификационная установка, предназначенная для производства спирта, ректификованного в своем составе, как правило, имеет бражную, эспирационную, ректификационную и другие колонны. При производстве дистиллята бражная колонна может быть использована без

каких-либо изменений и реализовывать функцию по отгонке спирта из бражки. Функции дистилляционной колонны могут быть реализованы, например, на эспираторной колонне. Для этого необходимо организовать на эспираторной колонне зону отбора сивушной фракции и зону отбора потоков дистиллята. В этом случае эспираторная

колонна сможет выполнять свою штатную функцию при производстве спирта и сможет использоваться в процессе производства дистиллятов. Один из вариантов аппаратурно-технологической схемы установки непрерывного действия для производства дистиллятов приведен на рисунке 3.

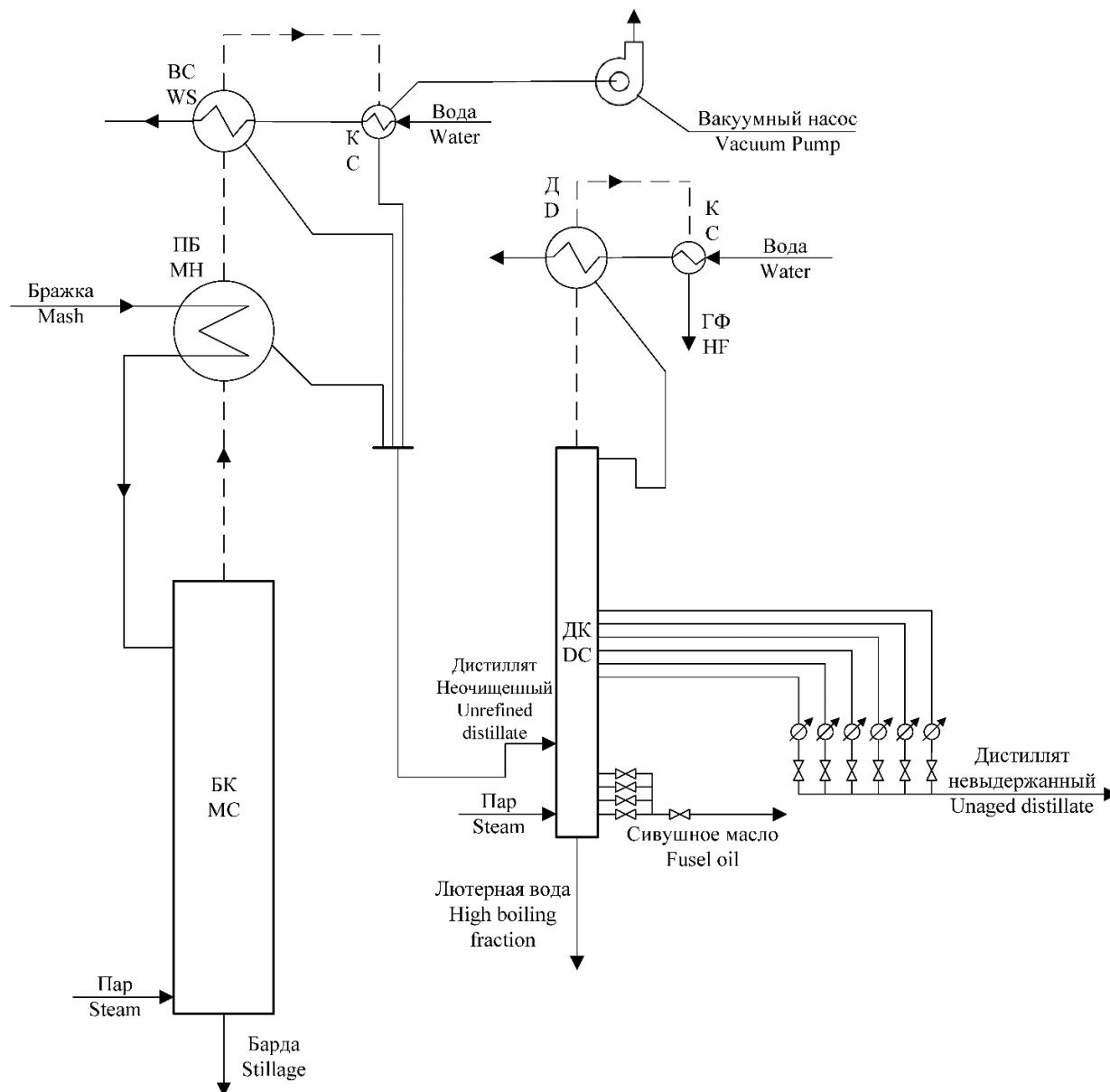


Рисунок 3. Аппаратурно-технологическая схема установки непрерывного действия для производства дистиллятов: БК – бражная колонна; ДК – дистилляционная колонна; ПБ – подогреватель бражки; ВС – водяная секция; Д – дефлегматор; К – конденсатор; ГФ – головная фракция

Figure 3. Hardware and process flow diagram of a continuous distillation unit: MC – mash column; DC – distillation column; MH – mash heater; WS – water section; D – dephlegmator; C – condenser; HF – head fraction

В схеме, приведенной на рисунке 3, бражка поступает на питание бражной колонны (БК) через подогреватель бражки (ПБ), где она предварительно нагревается парами бражной колонны (БК). Бражка, стекая по тарелкам колонны вниз в противотоке с паром, освобождается от спирта. Водно-спиртовые пары конденсируются в подогревателе бражки (ПБ), водяной секции (ВС),

конденсаторе (К) и в виде дистиллята неочищенного поступают на питание дистилляционной колонны (ДК). В дистилляционной колонне (ДК) метанол и головные примеси концентрируются в верхней части колонны, дефлегматоре (Д), конденсаторе (К) и могут выводиться из установки. Компоненты сивушной фракции концентрируются на нижних тарелках колонны

и могут отводиться из установки в различных пропорциях в зависимости от требований, предъявляемых к дистилляту. Потоки дистиллята отбирают со средних тарелок колонны и смешивают в нужных пропорциях в коллекторе дистиллята. Таким образом, приведенная схема позволяет производить дистилляты в широком диапазоне физико-химических показателей.

Заключение

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Из зерно-фруктового сырья можно производить дистилляты с оригинальными органолептическими характеристиками.

При перегонке бражек из зерно-фруктового сырья на аппаратах, работающих под атмосферным давлением, вероятен нагар нерастворенных веществ бражек на элементах конструкции перегонных аппаратов.

В процессе перегонки бражек из зерно-фруктового сырья образуется большое количество метилового спирта (0,2% и более).

Процесс перегонки бражек из зерно-фруктового сырья может быть реализован на аппаратах непрерывного действия.

Дистилляты из зерно-фруктового сырья могут быть рекомендованы производителям спиртовой продукции для разработки рецептур оригинальных спиртных напитков.

Производство дистиллятов из зерно-фруктового сырья возможно осуществлять на существующих брагоректификационных установках без существенной модернизации оборудования и капитальных затрат. Для этого необходимо:

Организовать процесс приемки и подработки фруктового сырья.

Организовать процесс сепарирования бражки или работу бражной колонны под вакуумом.

Эпюрационную колонну модернизировать в дистилляционную, а именно:

- организовать подачу дистиллята неочищенного на 16 тарелку колонны;
- организовать отбор сивушного масла с 3, 7, 11, 13 тарелок колонны;
- организовать отбор «погонов» дистиллята с 19, 21, 25, 29, 31 тарелок колонны, оснастив каждую линию ротаметром и регулирующей арматурой;
- отбор головной фракции осуществлять из фанаря конденсатора колонны.

Разгонная и сивушная колонны (при наличии) могут использоваться для разгонки и концентрирования побочных продуктов дистилляции: головной и сивушной фракций. Остальные колонны при производстве дистиллятов из технологического процесса исключаются.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках прикладных научных исследований по теме № FGMP-2023-0004.

Литература

- 1 Крикунова Л.Н., Дубинина Е.В., Макаров С.Ю. Возвратные отходы хлебопекарного производства – новый вид сырья для производства дистиллятов (Часть III. Стадия дистилляции) // Пищевые системы. Т. 4. № 2. С. 89–96. doi: 10.21323/2618-9771-2020-4-2-89-96
- 2 Spaho N., Gaši F., Leitner E., Blesić M. et al. Characterization of Volatile Compounds and Flavor in Spirits of Old Apple and Pear Cultivars from the Balkan Region // Foods. 2021. V. 10. № 6. P. 1258. doi: 10.3390/foods10061258
- 3 Stanzer D., Hanousek Čiča K., Blesić M., Smajić Murtić M. et al. Alcoholic Fermentation as a Source of Congeners in Fruit Spirits // Foods. 2023. V. 12. № 10. P. 1951. doi:10.3390/foods12101951
- 4 Chisti Y., Karimi K. Bioethanol Production // In book: Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. 2022. P. 279–294. doi: 10.1016/B978-0-323-90386-8.00017-6
- 5 Wang W., Wang Y., Wang Y., Zhu Z. et al. Performance analysis of reactive-extractive distillation for multi-azeotropic mixture based on the relationship between economy and conversion rate // Chemical Engineering Science. 2024. V. 296. P. 120281. doi: 10.1016/j.ces.2024.120281
- 6 Huang H., Chen Y., Hong J., Chen H. et al. Unraveling the chemosensory characteristics on different types of spirits based on sensory contours and quantitative targeted flavoromics analysis // Food Chemistry. X. 2024. V. 23. P. 101716. doi: 10.1016/j.fochx.2024.101716
- 7 Короткова Т.Г., Сиюхов Х.Р., Демин В.И., Энговатова В.В. Обоснование выбора тарелки питания ректификационной колонны при получении пищевого этилового спирта методом математического моделирования // Известия высших учебных заведений // Пищевая технология. 2022. № 2–3(386–387). С. 97–102. doi: 10.26297/0579-3009.2022.2-3.19
- 8 Каримов Н., Султанов И.Р., Холмуротов Б.Т., Аманбаева. Д.А. Исследование и применение импортозамещающей продукции переработки сивушных фракций на ректификационных установках // Молодой ученый. 2020. № 3 (293). С. 46–49.
- 9 Никитина С.Ю., Гордиенко А.С., Зуева Н.В., Яковлев А.Н. К вопросу о получении зерновых дистиллятов из ферментированного сырья // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 1. С. 89–96. doi:10.20914/2310-1202-2024-1-89-96
- 10 Школьников М.Н., Рожнов Е.Д., Четвериков В.И. Исследование процесса перегонки фруктового виноматериала при получении облепиховых дистиллятов // Вестник КрасГАУ. 2019. № 7 (148).
- 11 Курбангалеева М.Х., Жарков Н.И., Иванов А.Э., Манапов И.Р. Совершенствование безопасности работы узла ректификации // Естественные и технические науки. 2023. № 2(177). С. 224–225.
- 12 Никитина С.Ю., Шорников А.Н. Современные тренды технологии брагоректификации // Пищевая промышленность. 2022. № 8. С. 66–70. doi 10.52653/PPI.2022.8.8.014.

- 13 Никитина С.Ю., Гордиенко А.С., Зуева Н.В., Яковлев А.Н. К вопросу о получении зерновых дистиллятов из ферментированного сырья // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2024. Т. 86. № 1(99). С. 89–96. doi: 10.20914/2310-1202-2024-1-89-96
- 14 Шелудько О.Н., Ширшова А.А., Прах А.В. и др. Влияние технологии производства спиртов на органолептические показатели напитков из виноградного сырья // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2022. № 5(389). С. 24–27. doi: 10.26297/0579-3009.2022.5.5
- 15 Крикунова Л.Н., Ульянова Е.В., Трофимченко В.А., Ободеева О.Н. Влияние биохимического состава фруктового сырья на процесс новообразования летучих компонентов при дистилляции // Ползуновский вестник. 2023. № 2. С. 22–30. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.02.003
- 16 Guiné R.P.F., Barroca M.J., Coldea T.E., Bartkiene E. et al. Apple Fermented Products: An Overview of Technology, Properties and Health Effects // Processes. 2021. V. 9. № 2. P. 223. doi:10.3390/pr9020223
- 17 Balcerek M., Pielech-Przybylska K., Dziekońska-Kubczak U., Bartosik A. Effect of Apple Cultivar and Selected Technological Treatments on the Quality of Apple Distillate // Foods. 2023. V. 12. № 24. P. 4494. doi: 10.3390/foods12244494
- 18 Spaho N., Đukic-Ratković D., Nikićević N., Blesić M. et al. Aroma compounds in barrel aged apple distillates from two different distillation techniques // Journal of the Institute of Brewing. 2019. V. 125. doi:10.1002/jib.573
- 19 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
- 20 Zhang L.G., Zhang C., Ni L.J., Yang Y.J. et al. Rectification extraction of Chinese herbs' volatile oils and comparison with conventional steam distillation // Separation and purification technology. 2011. V. 77. №. 2. P. 261-268. doi: 10.1016/j.seppur.2010.12.012
- 21 Holds H.R. Brandies, grape spirits, and fruit distillates // Distilled Spirits. Academic Press, 2023. P. 229-250. doi: 10.1016/B978-0-12-822443-4.00005-0
- 22 Jeyaprakash S., Faradilla R.F., Szrednicki G., Sundararajan A. Fruit wastes as a flavoring agent // Adding Value to Fruit Wastes. 2024. P. 391-418. doi: 10.1016/B978-0-443-13842-3.00015-0

References

- 1 Krikunova L.N., Dubinina E.V., Makarov S.Yu. Returnable waste from bakery production – a new type of raw material for the production of distillates (Part III. Distillation stage). Food systems. vol. 4. no. 2. pp. 89–96. doi:10.21323/2618-9771-2020-4-2-89-96 (in Russian).
- 2 Spaho N., Gaši F., Leitner E., Blesić M. et al. Characterization of Volatile Compounds and Flavor in Spirits of Old Apple and Pear Cultivars from the Balkan Region. Foods. 2021. vol. 10. no. 6. pp. 1258. doi: 10.3390/foods10061258
- 3 Stanzer D., Hanousek Čiča K., Blesić M., Smajić Murtić M. et al. Alcoholic Fermentation as a Source of Congeners in Fruit Spirits. Foods. 2023. vol. 12. no. 10. pp. 1951. doi:10.3390/foods12101951
- 4 Chisti Y., Karimi K. Bioethanol Production. In book: Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. 2022. pp. 279–294. doi: 10.1016/B978-0-323-90386-8.00017-6
- 5 Wang W., Wang Y., Wang Y., Zhu Z. et al. Performance analysis of reactive-extractive distillation for multi-azeotropic mixture based on the relationship between economy and conversion rate. Chemical Engineering Science. 2024. vol. 296. pp. 120281. doi: 10.1016/j.ces.2024.120281
- 6 Huang H., Chen Y., Hong J., Chen H. et al. Unraveling the chemosensory characteristics on different types of spirits based on sensory contours and quantitative targeted flavoromics analysis. Food Chemistry. X. 2024. vol. 23. pp. 101716. doi: 10.1016/j.fochx.2024.101716
- 7 Korotkova T.G., Siyukhov H.R., Demin V.I., Engovatova V.V. Justification of the choice of a feed plate for a distillation column in the production of food ethyl alcohol by mathematical modeling. News of higher educational institutions. Food technology. 2022. no. 2–3 (386–387). pp. 97–102. doi: 10.26297/0579-3009.2022.2-3.19 (in Russian).
- 8 Karimov N., Sultanov I.R., Kholmurotov B.T., Amanbaeva. D.A. Research and application of import-substituting products for processing fusel fractions in distillation units. Young scientist. 2020. no. 3 (293). pp. 46–49. (in Russian).
- 9 Nikitina S.Yu., Gordienko A.S., Zueva N.V., Yakovlev A.N. On the issue of obtaining grain distillates from fermented raw materials. Proceedings of VSUET. 2024. vol. 86. no. 1. pp. 89–96. doi:10.20914/2310-1202-2024-1-89-96 (in Russian).
- 10 Shkolnikova M.N., Rozhnov E.D., Chetverikov V.I. Study of the distillation process of fruit wine material in the production of sea buckthorn distillates. Bulletin of KrasSAU. 2019. no. 7 (148). (in Russian).
- 11 Kurbangaleeva M.Kh., Zharkov N.I., Ivanov A.E., Manapov I.R. Improving the safety of the rectification unit. Natural and technical sciences. 2023. no. 2(177). pp. 224–225. (in Russian).
- 12 Nikitina S.Yu., Shornikov A.N. Modern trends in fermentation-rectification technology. Food industry. 2022. no. 8. pp. 66–70. doi 10.52653/PPI.2022.8.8.014 (in Russian).
- 13 Nikitina S.Yu., Gordienko A.S., Zueva N.V., Yakovlev A.N. On the issue of obtaining grain distillates from fermented raw materials. Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2024. vol. 86. no. 1(99). pp. 89–96. doi: 10.20914/2310-1202-2024-1-89-96 (in Russian).
- 14 Sheludko O. N., Shirshova A. A., Prakh A. V. et al. Influence of alcohol production technology on the organoleptic indicators of beverages from grape raw materials. News of higher educational institutions. Food technology. 2022. no. 5 (389). pp. 24–27. doi: 10.26297/0579-3009.2022.5.5 (in Russian).
- 15 Krikunova L. N., Ulyanova E. V., Trofimchenko V. A., Obodeeva O. N. Influence of the biochemical composition of fruit raw materials on the process of new formation of volatile components during distillation. Polzunovsky Bulletin. 2023. no. 2. pp. 22–30. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.02.003 (in Russian).
- 16 Guiné R.P.F., Barroca M.J., Coldea T.E., Bartkiene E. et al. Apple Fermented Products: An Overview of Technology, Properties and Health Effects. Processes. 2021. vol. 9. no. 2. P. 223. doi:10.3390/pr9020223

- 17 Balcerek M., Pielech-Przybylska K., Dziekońska-Kubczak U., Bartosik A. Effect of Apple Cultivar and Selected Technological Treatments on the Quality of Apple Distillate. *Foods*. 2023. vol. 12. no. 24. pp. 4494. doi: 10.3390/foods12244494
- 18 Spaho N., Đukic-Ratković D., Nikićević N., Blesić M. et al. Aroma compounds in barrel aged apple distillates from two different distillation techniques. *Journal of the Institute of Brewing*. 2019. vol. 125. doi:10.1002/jib.573
- 19 Abramova I.M., Turshatov M.V., Soloviev 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).
- 20 Zhang L.G., Zhang C., Ni L.J., Yang Y.J. et al. Rectification extraction of Chinese herbs' volatile oils and comparison with conventional steam distillation. *Separation and purification technology*. 2011. vol. 77. no. 2. pp. 261-268. doi: 10.1016/j.seppur.2010.12.012
- 21 Holds H.R. Brandies, grape spirits, and fruit distillates. *Distilled Spirits*. Academic Press, 2023. pp. 229-250. doi: 10.1016/B978-0-12-822443-4.00005-0
- 22 Jeyapragakash S., Faradilla R.F., Srzednicki G., Sundararajan A. Fruit wastes as a flavoring agent. *Adding Value to Fruit Wastes*. 2024. pp. 391-418. doi: 10.1016/B978-0-443-13842-3.00015-0

Сведения об авторах

Евгений А. Кириллов заведующий лабораторией, отдел технологии спирта и комплексной переработки сырья, лаборатория ректификации, Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии, ул. Самокатная, 4Б, г. Москва, 111033, Россия, spirt405@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9297-0554>

Виктория Д. Никитенко инженер-технолог, отдел технологии спирта и комплексной переработки сырья, лаборатория комплексной переработки сырья, Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии, ул. Самокатная, 4Б, г. Москва, 111033, Россия, lab78@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5314-3513>

Михаил В. Туршатов к.т.н., заведующий отделом, отдел технологии спирта и комплексной переработки сырья, Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии, ул. Самокатная, 4Б, г. Москва, 111033, Россия, lab78@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1277-5498>

Валентин В. Кононенко к.т.н., заведующий лабораторией, отдел технологии спирта и комплексной переработки сырья, лаборатория технологии спирта, Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии, ул. Самокатная, 4Б, г. Москва, 111033, Россия, lab78@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7568-5193>

Александр О. Соловьев м.н.с., отдел технологии спирта и комплексной переработки сырья, лаборатория комплексной переработки сырья, Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии, ул. Самокатная, 4Б, г. Москва, 111033, Россия, lab78@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2666-6890>

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

Evgeniy A. Kirillov head of the rectification laboratory, alcohol technology and complex processing of raw materials, rectification laboratory department, All-Russian Research Institute of Food Biotechnology, Samokatnaya st., 4B, Moscow, 111033, Russia, spirt405@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9297-0554>

Viktoria D. Nikitenko process engineer, alcohol technology and complex processing of raw materials, laboratory of complex processing of raw materials department, All-Russian Research Institute of Food Biotechnology, Samokatnaya st., 4B, Moscow, 111033, Russia, lab78@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5314-3513>

Mihail V. Turshatov Cand. Sci. (Engin.), head of the department, alcohol technology and complex processing of raw materials department, All-Russian Research Institute of Food Biotechnology, Samokatnaya st., 4B, Moscow, 111033, Russia, lab78@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1277-5498>

Valentin V. Kononenko Cand. Sci. (Engin.), head of the laboratory of alcohol technology, alcohol technology and complex processing of raw materials, laboratory of alcohol technology department, All-Russian Research Institute of Food Biotechnology, Samokatnaya st., 4B, Moscow, 111033, Russia, lab78@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7568-5193>

Alexander O. Solovyev junior researcher, laboratory of complex processing of raw materials, alcohol technology and complex processing of raw materials, laboratory of complex processing of raw materials department, All-Russian Research Institute of Food Biotechnology, Samokatnaya st., 4B, Moscow, 111033, Russia, lab78@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2666-6890>

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 02/07/2024	После редакции 19/07/2024	Принята в печать 13/08/2024
Received 02/07/2024	Accepted in revised 19/07/2024	Accepted 13/08/2024