

Анализ водопотребления в технологических процессах переработки зерна на спирт

Михаил В. Туршатов	¹	lab78@mail.ru	 0000-0003-1277-5498
Валентин В. Кононенко	¹	lab78@mail.ru	 0000-0002-7568-5193
Владимир П. Леденев	¹	lab78@mail.ru	 0000-0003-3628-0289
Вера А. Кривченко	¹	lab78@mail.ru	 0000-0003-2951-9802
Александр О. Соловьев	¹	lab78@mail.ru	 0000-0003-2666-6890
Виктория Д. Никитенко	¹	lab78@mail.ru	 0000-0001-5314-3513

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии, ул. Самокатная, 4Б, г. Москва, 111033, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы потребления воды при производстве этилового спирта из зернового сырья. Приведены данные о ее потребности на технологические нужды (для приготовления замеса), в качестве хладагента, для парообразования, на хозяйственно-бытовые нужды. Показано, что вода в удельном исчислении является самым объёмным сырьевым ресурсом (до 1600 м³/1000 декалитров), но при этом практически не расходуется в качестве реагента на технологические цели. Проведен анализ вариантов многократного использования воды и показана возможность сокращения ее расхода до 200 м³/1000 декалитров, за счет многократного использования охлаждающей воды, путем внедрения системы оборотного водоснабжения, постоянной циркуляции воды через градирни, где происходит ее охлаждение. Отмечается также возможность полного исключения воды в процессах охлаждения путем применения «сухих» градирен. При этом циркуляция хладагента (например, этиленгликоля) осуществляется в замкнутом цикле. Также показана актуальность использования одного потока воды для последовательного охлаждения полупродуктов: бродящее и осахаренное сусло, разваренная масса с применением эффективных теплообменных аппаратов спирального, пластинчатого типа. Приведен пример сокращения расхода воды для парообразования путем повторного использования «условно чистого» конденсата пара, образуемого в системах «глухого» нагрева полупродуктов. Проведен анализ сокращения потребления воды для приготовления замеса за счет переработки сырья в условиях высоких концентраций и повторного использования фильтрата барды. Помимо экономии тепло – энергоресурсов это снижает объемы образуемой барды и производственных стоков. Как следствие уменьшаются затраты на их переработку и очистку. Предложен перечень мероприятий, который позволит снизить водопотребление в 10 и более раз и повысит рентабельность производства спирта на 2–2,5%.

Ключевые слова: водопотребление, хладагент, оборотное водоснабжение, конденсат, многократное использование, технологические траты.

Analysis of water consumption in technological processes of grain processing for alcohol

Mikhail V. Turshatov	¹	lab78@mail.ru	 0000-0003-1277-5498
Valentin V. Kononenko	¹	lab78@mail.ru	 0000-0002-7568-5193
Vladimir P. Ledenev	¹	lab78@mail.ru	 0000-0003-3628-0289
Vera A. Krivchenko	¹	lab78@mail.ru	 0000-0003-2951-9802
Aleksandr O. Solovyev	¹	lab78@mail.ru	 0000-0003-2666-6890
Viktoria D. Nikitenko	¹	lab78@mail.ru	 0000-0001-5314-3513

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

Abstract. The article deals with the issues of water consumption in the production of ethyl alcohol from grain raw materials. The data on its demand for technological needs (for preparing a batch), as a refrigerant, for steam generation, for household needs are given. It is shown that water in specific terms is the most voluminous raw material resource (up to 1600 m³/1000 decaliters), but at the same time it is practically not consumed as a reagent for technological purposes. The analysis of options for the reuse of water was carried out and the possibility of reducing its consumption to 200 m³/1000 decaliters was shown, due to the repeated use of cooling water, by introducing a circulating water supply system, constant circulation of water through the cooling towers, where it is cooled. It is also noted the possibility of complete exclusion of water in the cooling processes through the use of "dry" cooling towers. In this case, the circulation of the refrigerant (for example, ethylene glycol) is carried out in a closed cycle. The relevance of using a single water flow for sequential cooling of semi-products is also shown: fermenting and saccharified wort, boiled mass using efficient heat exchangers of a spiral, plate type. An example is given of reducing water consumption for steam generation by reusing "conditionally clean" steam condensate formed in systems of "dull" heating of semi-finished products. An analysis was made of reducing the consumption of water for the preparation of the mixture due to the processing of raw materials in conditions of high concentrations and the reuse of the stillage filtrate. In addition to saving heat and energy resources, this reduces the volumes of formed stillage and industrial effluents. As a result, the costs of their processing and purification are reduced. A list of measures has been proposed that will reduce water consumption by 10 or more times and increase the profitability of alcohol production by 2–2.5%.

Keywords: water consumption, refrigerant, recycled water supply, condensate, multiple uses, technological expenses.

Для цитирования

Туршатов М.В., Кононенко В.В., Леденев В.П., Кривченко В.А., Соловьев А.О., Никитенко В.Д. Анализ водопотребления в технологических процессах переработки зерна на спирт // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 3. С. 84–89. doi:10.20914/2310-1202-2023-3-84-89

For citation

Turshatov M.V., Kononenko V.V., Ledenev V.P., Krivchenko V.A., Solovyev A.O., Nikitenko V.D. Analysis of water consumption in technological processes of grain processing for alcohol. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2023. vol. 85. no. 3. pp. 84–89. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2023-3-84-89

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

Введение

Из всех сырьевых ресурсов, используемых для проведения технологических процессов переработки зерна на спирт, вода является основным составляющим материальных потоков. Основное ее предназначение – обеспечение условий для ведения биокаталитических процессов: растворение крахмала, его ферментативный гидролиз, дрожжегенерация, брожение. На эти цели, в пересчете на 1 000 дал спирта, требуется 70–90 м³ воды, что составляет порядка 10% от ее общего потребления.

Основное ее количество 950–1600 м³ применяется в качестве хладагента для охлаждения полупродуктов спиртового производства: разваренная масса, осахаренное и бродящее сусло, в процессах брагоректификации, при переработке барды на стадии вакуум-упаривания. Кроме того, вода используется в котельной для получения пара (до 100 т/1000 дал спирта), на мойку и дезинфекцию оборудования, хозяйственные нужды [1–3].

Во ВНИИПБТ созданы нормативные документы [4, 5] регламентирующие потребление воды на различных стадиях спиртового производства и количество образуемых жидких стоков, требующих очистки, однако, в силу развития технологий и оборудования в области ресурсосбережения, некоторые положения указанных документов и требуют актуализации. В статье приводится обобщенный анализ водопотребления с учетом современных (инновационных) исследований, обеспечивающих ее сокращение.

Качество воды для технологических, питьевых и хозяйственно-бытовых нужд, должно соответствовать требованиям СанПиН 2.1.3684–21 [6]. Потребление воды спиртзаводами осуществляется в основном из поверхностных и подземных источников. Вода из коммунальных сетей используется лишь небольшим числом заводов, в связи с удаленностью большинства спиртовых производств от крупных населенных пунктов и лишь в незначительных количествах (например для хозяйственных нужд), так как при существующих тарифах на водопотребление и водоотведение затраты спиртзаводов на воду составили бы порядка 100 рублей за 1 дал, что эквивалентно 20% себестоимости спирта [7].

Анализ структуры водопотребления на спиртзаводах показал, что использование современных технологий и оборудования позволяет максимально сократить водопотребление с одновременным снижением количества жидких производственных стоков [8].

Снижение потребления воды на спиртовых заводах может быть достигнуто несколькими способами. Во-первых, за счет сокращения потребления технологической воды (для приготовления замеса) путем переработки сырья при повышенных концентрациях и многократного повторного использования жидких потоков (фильтрата барды, кислого конденсата с вакуум-выпарной установки) взамен свежей воды [9–11]. Так повышение концентрации сусла (растворимых сухих веществ) с 16–18% до 22–24% за счет снижения гидромодуля позволит сократить 20–25% воды для приготовления замеса.

Методика

В ходе работы проводили анализ существующей нормативной базы, регламентирующей производство спирта, анализировали фактическое потребление воды на действующих предприятиях отрасли в пересчете на производство 1 000 дал спирта. Обозревали современные технологии ресурсосберегающей технологии для получения комплекса рекомендаций по рациональному использованию водных ресурсов, которые потенциально могут снизить водопотребление до 10 раз.

Результаты и обсуждение

Во ВНИИПБТ с целью повторного использования жидких сред были проведены исследования [12–15] в которых в качестве жидкой фазы на стадии получения зернового замеса использовали 20% фильтрата барды и до 80% конденсата, образуемого при вакуум-выпаривании фильтрата барды. Полученные результаты по выходу спирта, образованию примесей в бражке, показали перспективность такого приема.

Примером замкнутого водообеспечения также может быть технология «Биостил» [16], разработанная компанией Chematur (Швеция). Ее особенность – практически 100%-я циркуляция жидкой фазы основного продуктового потока на всех стадиях производства. Началом является получение водно-зернового замеса, затем она участвует в процессах водно-тепловой ферментативной обработки и после отгонки спирта, в виде тонкого фильтрата барды, возвращается на головную стадию производства. В данной технологии предусмотрен сокращенный срок брожения, обеспечивающий минимальное накопление побочных примесей. Остаточные несброженные углеводы возвращаются с фильтратом барды на повторную переработку.

Дополнительным примером повторного использования технологической воды является применение водно-спиртовой жидкости, образуемой после спиртоловушки для запласкивания бродильных чанов взамен воды при их освобождении

от зрелой бражки. Помимо экономии чистой воды это исключает разбавление бражки и сокращает затраты пара на ее перегонку.

Как уже отмечалось, основное количество воды, необходимое спиртовым заводам, используется для охлаждения и конденсации продуктового потока на различных этапах технологического процесса. Так, в пересчете на 1000 дал спирта для охлаждения разваренной массы по нормативам требуется 150–300 м³ воды, для охлаждения бродильных чанов 600–800 м³, на бргоректификацию до 500 м³, на вакуум-упаривание фильтрата барды до 1000 м³. Современное теплообменное оборудование, а также современные системы охлаждения и рецир-

куляции хладагента позволяют снизить расход воды для охлаждения в 10 и более раз. Такие системы обеспечивают постоянную циркуляцию воды в системах охлаждения с подпиткой, компенсирующей ее частичное испарение в количествах, не превышающих 5–10% от общего потока.

Также в спиртовом производстве существует техническая возможность значительного снижения водопотребления в котельной на производство пара. Достигается это путем возврата в котельную «чистого» конденсата пара, образующегося в системах «глухого» нагрева полупродуктов. Особенно это актуально в процессах брагоректификации и переработки барды в сухие продукты (рисунок 1).

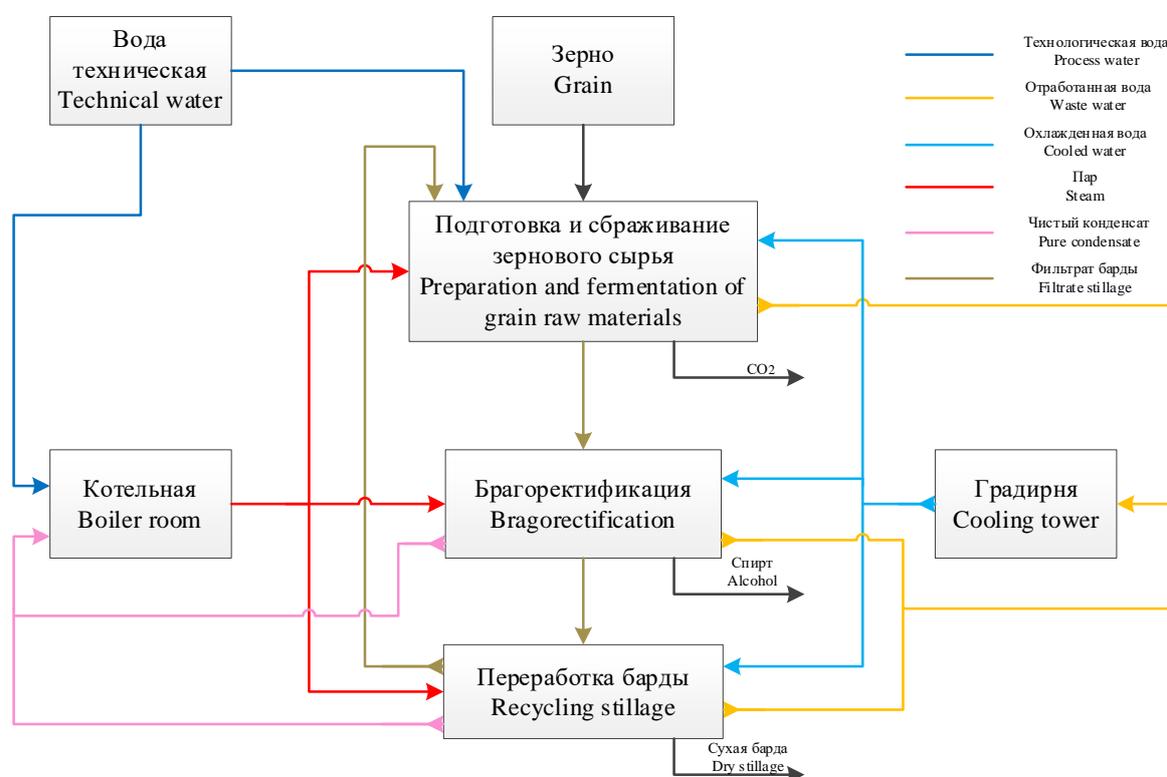


Рисунок 1. Схема оборотного водоснабжения спиртового производства

Figure 1. Scheme of recycling water supply of alcohol production

Так, на стадии брагоректификации требуется до 70 т пара на 1000 дал спирта, а в процессе сушки до 50 т острого пара. Внедрение энергосберегающих технологий также позволяет снизить расход пара на производство спирта [17, 18]. Современные «Мягкие» схемы тепловой обработки замесов потребляют 7–8 кг пара на 1 дал спирта вместо 20–22 кг по «жестким» схемам разваривания. Энергосберегающие БРУ, в которых колонны работают под разным давлением, а пар используется последовательно в нескольких

колоннах потребляют 28–35 кг пара на 1 дал спирта вместо 60–70 кг в «классических» аппаратах [19, 20].

Рассмотренные способы сокращения водопотребления на различных стадиях получения спирта могут быть, без значительных инвестиций, реализованы на действующих спиртзаводах с одновременным снижением количества производственных стоков, требующих очистки. В таблице 1 приведены усредненные данные водопотребления при прямоточной и оборотной схемах.

Таблица 1.

Потребление воды при производстве спирта, м³/1000 дал

Table 1.

Water consumption in the production of alcohol, m³/1000 decaliters

Назначение Purpose	Водопотребление Water consumption	
	Прямоточное Direct-flow	Оборотное Negotiable
<i>Спиртовое производство Alcohol production</i>		
На технологические цели: получение замеса, промывка CO ₂ , и т. д. For technological purposes: mixing, washing with CO ₂ , etc.	90±6	40±3
Котельная Boiler room	70±4	30±3
На охлаждение For cooling: – разваренной массы, осахаренного суслу boiled mass, saccharified wort – дрожжегенерации, брожения yeast generation, fermentation – брагоректификации bragorectification	225±6 650±18 400±11	60±7
Мойка, дезинфекция оборудования Washing, disinfection of equipment	22±4	20±3
Питьевая и хоз. бытовые нужды Drinking and household needs	8±1	8±1
Итого Total:	1455±50	158±18
<i>Переработка барды Recycling stillage</i>		
Конденсация паров при вакуум выпаривании барды Vapor condensation during vacuum evaporation of stillage	900±21	45±5
Мойка, дезинфекция оборудования, хоз. бытовые нужды Washing, disinfection of equipment, household needs	2±1	2±1
Итого Total:	902±22	47±6

Заключение

Вышеописанные примеры и приведенные данные свидетельствуют о возможности переработки зерна на спирт с минимальным водопотреблением. Для этого необходима реализация следующих мероприятий:

- переработка сырья при повышенных концентрациях, что достигается гидромодулем (соотношением зерно/ода) не выше, чем «1/2,5», при этом концентрация спирта в зрелой бражке должна быть не менее 12% об.;

- применение низкотемпературных режимов водно-тепловой обработки сырья;

- «глухой» обогрев бражных колонн с рекуперацией тепла в процессах брагоректификации;

- повторное использование жидких стоков: (фильтрат и конденсат барды, лютерная вода, водноспиртовая жидкость после спиртоловушки, и т. д.);

- обратное водоснабжение условно чистой охлаждающей воды с использованием градирен;

- последовательное использование воды в процессах охлаждения: брожения, осахаривания;

- повторное использование «чистого» конденсата пара, образуемого в процессах «глухого обогрева» при брагоректификации, вакуум-упаривании и сушки барды и др.;

- применение теплообменных аппаратов с высоким коэффициентом теплопередачи: спиральные, пластинчатые;

- автоматизация контуров регулирования температуры, расхода воды, давления, и т. д.;

- применения «сухих» градирен с использованием в качестве хладагента – этиленгликоля.

Внедрение вышеуказанных мероприятий позволяет максимально (в 10 и более раз) минимизировать потребление воды из внешних источников, сократить производственные стоки. Это в свою очередь снижает эксплуатационные затраты, которые при оптимальном варианте в себестоимости спирта могут составлять не более 2,0–2,5%.

Благодарности

Научно-исследовательская работа проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания (тема № FGMF-2022-0006).

Литература

- 1 Jiang H. et al. A novel thermoelectric distiller integrated with water cooling circulation for alcohol distillation // Applied Thermal Engineering. 2023. V. 219. P. 119392.
- 2 Thomas K.C., Hynes S.H., Ingledew W.M. Practical and theoretical considerations in the production of high concentrations of alcohol by fermentation // Process Biochemistry. 1996. V. 31. №. 4. P. 321-331.
- 3 Collura M.A., Luyben W.L. Energy-saving distillation designs in ethanol production // Industrial & engineering chemistry research. 1988. V. 27. №. 9. P. 1686-1696.
- 4 Регламент производства спирта из крахмалистого сырья. Часть 1. ВНИИПрБ, Москва, 1979. 270 с.
- 5 Технологические и укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для спиртовых заводов, перерабатывающих крахмалистое сырье. М.: ЦНИИТЭИ Пищепром, 2002. 28 с.

- 6 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий". М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 2021. 75 с.
- 7 Производство спирта этилового ректифицированного и ликероводочных изделий: Санитарные правила и нормы. М.: «ИНТЕРСЭН», 1998. 39 с.
- 8 Guo H.C. et al. Assessment of cleaner production options for alcohol industry of China: a study in the Shouguang Alcohol Factory // *Journal of Cleaner Production*. 2006. V. 14. № 1. P. 94-103.
- 9 Сушкова В.И. Основные принципы создания замкнутых систем водопотребления на предприятиях // *Кронос: естественные и технические науки*. 2019. №6 (28).
- 10 Schestak I. et al. Heat recovery and water reuse in micro-distilleries improves eco-efficiency of alcohol production // *Journal of Environmental Management*. 2023. V. 325. P. 116468.
- 11 Schestak I. et al. Circular use of feed by-products from alcohol production mitigates water scarcity // *Sustainable Production and Consumption*. 2022. V. 30. P. 158-170.
- 12 Туршатов М.В., Леденев В.П., Кривченко В.А., Соловьев А.О. и др. Энергосберегающие аспекты технологии переработки зерна в этиловый спирт // *Достижения науки и техники АПК*. 2022. Т. 36. № 7. С. 92–96. doi: 10.53859/02352451_2022_36_7_92
- 13 Дыганова Р.Я., Беляева Ю.С. Экологизация спиртовой промышленности путем переработки отходов производства в биоэнергетических установках // *Сборник научных трудов SWorld*. 2012. Т. 31. № 1. С. 69–70.
- 14 Попов В.П., Ганин Е.В., Рахумова С.Ж., Боронина Ю.С., Мартынов Н.Н. Оптимизация технологического процесса производства синтетического и гидролизного этиловых спиртов // *Нефтегазовое дело*. 2019. № 3. С. 195–210. doi: 10.17122/ogbus-2019-3-195-210
- 15 Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Звягинцев П.С., Мандрыка Е.А. и др. Инновации – ключ к ускорению развития аграрного сектора экономики // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2015. № 7. С. 5–11.
- 16 Chematur Engineering. Biostil/Ethanol. URL: <https://chematur.se/technologies/bio-chemicals/biostil-ethanol/>
- 17 Прищепов М.А., Расолько Л.А., Бренч М.В., Рублик П.В. Ресурсоэффективность бродительного производства // *Агропанорама*. 2012. № 3(91). С. 27–29.
- 18 Быков А.В., Рахумова С.Ж. Оптимизация технологического процесса производства синтетического этилового спирта // *Промышленность: новые экономические реалии и перспективы развития: сборник статей I Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием): в 2-х частях, Оренбург, 17 мая 2017 года. Часть 2. Оренбург: Агентство Пресса, 2017. С. 160–164.*
- 19 Кириллов Е.А., Туршатов М.В., Кононенко В.В., Соловьев А.О. и др. Современные тенденции при организации процесса брагоректификации при производстве спирта из пищевого сырья // *Пищевая промышленность*. 2022. № 8. С. 54–56. doi: 10.52653/PPI.2022.8.8.011
- 20 Кузнецов Е.В., Хаджиди А.Е., Полторак Я.А. Технология утилизации отходов сырья спирта // *Устойчивое развитие науки и образования*. 2019. № 2. С. 203–207.

References

- 1 Jiang H. et al. A novel thermoelectric distiller integrated with water cooling circulation for alcohol distillation. *Applied Thermal Engineering*. 2023. vol. 219. pp. 119392.
- 2 Thomas K.C., Hynes S.H., Ingledew W.M. Practical and theoretical considerations in the production of high concentrations of alcohol by fermentation. *Process Biochemistry*. 1996. vol. 31. no. 4. pp. 321-331.
- 3 Collura M.A., Luyben W.L. Energy-saving distillation designs in ethanol production. *Industrial & engineering chemistry research*. 1988. vol. 27. no. 9. pp. 1686-1696.
- 4 Regulations for the production of alcohol from starchy raw materials. Part 1. VNIIPrB, Moscow, 1979. 270 p. (in Russian).
- 5 Technological and integrated standards for water consumption and wastewater disposal for distilleries processing starchy raw materials. М., TsNIITEI Food Industry, 2002. 28 p. (in Russian).
- 6 Sanitary and epidemiological requirements for the maintenance of territories of urban and rural settlements, for water bodies, drinking water and drinking water supply, atmospheric air, soil, residential premises, operation of industrial and public premises, organization and implementation of sanitary and anti-epidemic (preventive) measures." М., Information and Publishing Center of the State Committee for Sanitary and Epidemiological Supervision of Russia, 2021. 75 p. (in Russian).
- 7 Production of rectified ethyl alcohol and liquor products: Sanitary rules and regulations. М., "INTERSEN", 1998. 39 p. (in Russian).
- 8 Guo H.C. et al. Assessment of cleaner production options for the alcohol industry of China: a study in the Shouguang Alcohol Factory. *Journal of Cleaner Production*. 2006. vol. 14. no. 1. pp. 94-103.
- 9 Sushkova V.I. Basic principles of creating closed water consumption systems at enterprises. *Kronos: natural and technical sciences*. 2019. no. 6 (28). (in Russian).
- 10 Schestak I. et al. Heat recovery and water reuse in micro-distilleries improves eco-efficiency of alcohol production. *Journal of Environmental Management*. 2023. vol. 325. pp. 116468.
- 11 Schestak I. et al. Circular use of feed by-products from alcohol production mitigates water scarcity. *Sustainable Production and Consumption*. 2022. vol. 30. pp. 158-170.
- 12 Turshatov M.V., Ledenev V.P., Krivchenko V.A., Soloviev A.O. et al. Energy-saving aspects of the technology for processing grain into ethyl alcohol. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2022. vol. 36. no. 7. pp. 92–96. doi: 10.53859/02352451_2022_36_7_92 (in Russian).
- 13 Dyganova R.Ya., Belyaeva Yu.S. Greening the alcohol industry by recycling production waste in bioenergy plants. *Collection of scientific papers SWorld*. 2012. vol. 31. no. 1. pp. 69–70. (in Russian).
- 14 Popov V.P., Ganin E.V., Rakhumova S.Zh., Boronina Yu.S., Martynov N.N. Optimization of the technological process for the production of synthetic and hydrolytic ethyl alcohols. *Oil and Gas Business*. 2019. no. 3. pp. 195–210. doi: 10.17122/ogbus 2019-3-195-210 (in Russian).

15 Starovoitov V.I., Starovoitova O.A., Zvyagintsev P.S., Mandryka E.A. et al. Innovation is the key to accelerating the development of the agricultural sector of the economy. Storage and processing of agricultural raw materials. 2015. no. 7. pp. 5–11. (in Russian).

16 Chematur Engineering. Biostil/Ethanol. Available at: <https://chematur.se/technologies/bio-chemicals/biostil-ethanol/>

17 Prishchepov M.A., Rasolko L.A., Branch M.V., Rublik P.V. Resource efficiency of fermentation production. Agropanorama. 2012. no. 3(91). pp. 27–29. (in Russian).

18 Bykov A.V., Rakhumova S.Zh. Optimization of the technological process for the production of synthetic ethyl alcohol. Industry: new economic realities and development prospects: collection of articles of the I All-Russian Scientific and Practical Conference (with international participation): in 2 parts, Orenburg, May 17, 2017. Part 2. Orenburg, Press Agency, 2017. pp. 160–164. (in Russian).

19 Kirillov E.A., Turshatov M.V., Kononenko V.V., Solovyov A.O. et al. Modern trends in organizing the process of distillation in the production of alcohol from food raw materials. Food industry. 2022. no. 8. pp. 54–56. doi: 10.52653/PPI.2022.8.8.011 (in Russian).

20 Kuznetsov E.V., Khadzhi A.E., Poltorak Ya.A. Technology for recycling raw alcohol waste. Sustainable development of science and education. 2019. no. 2. pp. 203–207. (in Russian).

Сведения об авторах

Михаил В. Туршатов к.т.н., заведующий отделом технологии спирта и комплексной переработки сырья, Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», Самокатная ул., 4Б, г. Москва, 111033, Россия, lab78@mail.ru

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

Валентин В. Кононенко к.т.н., заведующий лабораторией технологии спирта, Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», Самокатная ул., 4Б, г. Москва, 111033, Россия, lab78@mail.ru

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

Владимир П. Леденев к.т.н., заведующий лабораторией комплексной переработки сырья, Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», Самокатная, 4Б, г. Москва, 111033, Россия, lab78@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3628-0289>

Вера А. Кривченко к.т.н., в.н.с., лаборатория комплексной переработки сырья, Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», Самокатная, 4Б, г. Москва, 111033, Россия, lab78@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2951-9802>

Александр О. Соловьев м.н.с., лаборатория комплексной переработки сырья, Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», Самокатная, 4Б, г. Москва, 111033, Россия, lab78@mail.ru

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

Виктория Д. Никитенко инженер-технолог, лаборатория комплексной переработки сырья, Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», Самокатная, 4Б, г. Москва, 111033, Россия, lab78@mail.ru

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

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

Mikhail V. Turshatov Cand. Sci. (Engin.), head of the department of alcohol technology and complex processing of raw materials, All-Russian Research Institute of Food Biotechnology - branch of the Federal State Budgetary Institution "Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety", Samokatnaya st., 4B, Moscow, 111033, Russia, lab78@mail.ru

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

Valentin V. Kononenko Cand. Sci. (Engin.), head of alcohol technology laboratory, All-Russian Research Institute of Food Biotechnology - branch of the Federal State Budgetary Institution "Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety", Samokatnaya st., 4B, Moscow, 111033, Russia, lab78@mail.ru

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

Vladimir P. Ledenev Cand. Sci. (Engin.), head of the laboratory of complex processing of raw materials, All-Russian Research Institute of Food Biotechnology - branch of the Federal State Budgetary Institution "Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety", Samokatnaya st., 4B, Moscow, 111033, Russia, lab78@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3628-0289>

Vera A. Krivchenko Cand. Sci. (Engin.), laboratory of complex processing of raw materials, All-Russian Research Institute of Food Biotechnology - branch of the Federal State Budgetary Institution "Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety", Samokatnaya st., 4B, Moscow, 111033, Russia, lab78@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2951-9802>

Aleksandr O. Solovyev junior researcher, laboratory of complex processing of raw materials, All-Russian Research Institute of Food Biotechnology - branch of the Federal State Budgetary Institution "Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety", Samokatnaya st., 4B, Moscow, 111033, Russia, lab78@mail.ru

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

Viktoriya D. Nikitenko process engineer, laboratory of complex processing of raw materials, All-Russian Research Institute of Food Biotechnology - branch of the Federal State Budgetary Institution "Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety", Samokatnaya st., 4B, Moscow, 111033, Russia, lab78@mail.ru

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

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 10/07/2023	После редакции 08/08/2023	Принята в печать 31/08/2023
Received 10/07/2023	Accepted in revised 08/08/2023	Accepted 31/08/2023