

Обзорная статья/Review Article

УДК 663.542

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-12-260-266

Марина Эдуардовна Медриш<sup>1</sup>, Михаил Владимирович Туршатов<sup>2</sup>,  
Александр Олегович Соловьев<sup>3✉</sup>, Светлана Владимировна Павленко<sup>4</sup>,  
Федор Иванович Крыщенко<sup>5</sup>, Ирина Михайловна Абрамова<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Всероссийский НИИ пищевой биотехнологии – филиал ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Россия

<sup>1,4,5</sup>tehnokontrol@mail.ru

<sup>2,3</sup>lab78@mail.ru

<sup>6</sup>4953624495@mail.ru

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТОПИНАМБУРА В ДИСТИЛЛЯТЫ И АЛКОГОЛЬНЫЕ НАПИТКИ НА ИХ ОСНОВЕ

*Использование альтернативных видов углеводсодержащего сырья для получения дистиллятов достаточно распространено во всем мире. Данные технологии, как правило, применяют для получения напитков с оригинальными органолептическими характеристиками. Топинамбур (*Heliantus tuberosus*) представляет собой многолетнюю культуру, которую применяют в качестве сырья для получения широкого спектра продукции. Сегодня наиболее распространено использование топинамбура для получения инулина, а также для кормовых и топливных целей. Однако имеется опыт по переработке топинамбура с получением дистиллятов и спирта. Кроме того, топинамбур богат пищевыми волокнами и витаминами, что позволяет использовать его комплексно: для получения спирта, а также функциональных пищевых и кормовых продуктов. Топинамбур неприхотлив, устойчив к болезням, а также обладает высокой урожайностью, которая достигает до 130 тонн клубней с гектара. В статье приведен обзор применения топинамбура в различных целях. Проанализирован современный и перспективный рынок его применения. Рассмотрены существующие технологии его переработки с получением различных товарных продуктов. Затронута тема получения дистиллятов и спирта из сушеных полупродуктов, получаемых на основе топинамбура. Приведены примеры использования дистиллятов из топинамбура в рецептурах при изготовлении алкогольных напитков в разных регионах мира. Использование топинамбура в качестве источника углеводов при получении дистиллятов или спирта сегодня является реальной перспективой для снижения себестоимости и создания алкогольных напитков с оригинальными органолептическими показателями.*

**Ключевые слова:** Иерусалимский артишок, топинамбур, сок топинамбура, инулин, дистилляция, спирт

**Для цитирования:** Анализ технологий переработки топинамбура в дистилляты и алкогольные напитки на их основе / М.Э. Медриш [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 12. С. 260–266. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-12-260-266.

**Благодарности:** исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда № 22-16-00159.

Marina Eduardovna Medrish<sup>1</sup>, Mikhail Vladimirovich Turshatov<sup>2</sup>, Alexander Olegovich Solovyev<sup>3✉</sup>,  
Svetlana Vladimirovna Pavlenko<sup>4</sup>, Fedor Ivanovich Kryshchenko<sup>5</sup>, Irina Mikhailovna Abramova<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>All-Russian Research Institute of Food Biotechnology – branch of the FRC for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

<sup>1,4,5</sup>tehnokontrol@mail.ru

<sup>2,3</sup>lab78@mail.ru

<sup>6</sup>4953624495@mail.ru

---

**ANALYSIS OF TECHNOLOGIES FOR PROCESSING JERUSALEM ARTICHOKE INTO DISTILLATES AND ALCOHOLIC DRINKS BASED ON THEM**

---

The use of alternative types of carbohydrate-containing raw materials to produce distillates is quite common throughout the world. These technologies are usually used to produce drinks with original organoleptic characteristics. Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) is a perennial crop that is used as a raw material for a wide range of products. Today, the most common use of Jerusalem artichoke is to obtain inulin, as well as for feed and fuel purposes. However, there is experience in processing Jerusalem artichoke to produce distillates and alcohol. In addition, Jerusalem artichoke is rich in dietary fiber and vitamins, which allows it to be used comprehensively: for the production of alcohol, as well as functional food and feed products. Jerusalem artichoke is unpretentious, disease-resistant, and also has a high yield, which reaches up to 130 tons of tubers per hectare. The paper provides an overview of the use of Jerusalem artichoke for various purposes. The current and promising market for its application is analyzed. Existing technologies for its processing to obtain various commercial products are considered. The topic of obtaining distillates and alcohol from dried intermediate products obtained from Jerusalem artichoke is touched upon. Examples of the use of Jerusalem artichoke distillates in recipes for the production of alcoholic beverages in different regions of the world are given. The use of Jerusalem artichoke as a source of carbohydrates in the production of distillates or alcohol today is a real prospect for reducing costs and creating alcoholic beverages with original organoleptic characteristics.

**Keywords:** Jerusalem artichoke, topinambur, Jerusalem artichoke juice, inulin, distillation, alcohol

**For citation:** Analysis of technologies for processing Jerusalem artichoke into distillates and alcoholic drinks based on them / M.E. Medrish [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(12): 260–266. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-12-260-266.

**Acknowledgments:** the study was supported by the Russian Science Foundation grant № 22-16-00159.

Топинамбур, также известный под названиями «земляная груша» или «иерусалимский артишок», представляет собой многолетнее травянистое растение, принадлежащее к роду Подсолнечник. Латинское название топинамбура (*Helianthus tuberosus* – подсолнечник клубненосный) отражает строение этого растения, а именно образующиеся на концах корневища утолщения, традиционно, хотя и ошибочно, называемые клубнями. Особенностью химического состава этих клубней является высокое (до 20 % масс.) содержание инулина [1].

Неприхотливость топинамбура, его устойчивость к болезням и вредителям в сочетании с хорошей урожайностью (до 1400 ц/га по зеленой массе и до 1300 ц/га клубней) [2] позволяют рассматривать его как перспективную техническую и кормовую культуру. Высокая жизнеспособность этого многолетника дает уникальную возможность использовать его при возвращении земель в сельскохозяйственный оборот, в качестве замещающей культуры для уничтожения борщевика [3]. При этом инвазивность самого топинамбура ограничена вегетативным спосо-

бом размножения, в умеренном климате семена не прорастают [2].

Топинамбур ввезен в Европу из Северной Америки в начале XVII в., с конца XVIII в. его посадки существовали во многих регионах России – от Санкт-Петербургской губернии до Северного Кавказа. В СССР топинамбур был относительно распространен в 1930-е гг., однако в послевоенное время возделывался ограниченно, несмотря на то, что исследования по этой теме не прекращались [4]. Отдельные сорта топинамбура используются как декоративное и медоносное растение [2]. Несмотря на доказанную пользу топинамбура, особенно при сахарном диабете [5], массовое употребление свежих клубней в пищу не получило широкого распространения [6].

Среди продукции, получаемой из топинамбура, особое место занимает этанол. При этом значительный интерес представляет как топливный спирт, так и алкогольные напитки на основе дистиллятов из топинамбура.

Еще в прошлом веке в США начались исследования по использованию топинамбура в каче-

стве источника топливного спирта, альтернативного традиционным пшенице и картофелю. Интерес вызвала засухоустойчивость и общая неприхотливость этого растения, позволяющая выращивать его практически везде в Северной Америке и тем самым освободить более плодородные земли для культур, употребляемых в пищу [7]. Ранее интерес к топливному спирту из топинамбура естественным образом возник в Европе в период Второй мировой войны [8].

В качестве источника биомассы для производства биоэтанола могут выступать как зеленые части растения (преимущественно стебли), так и клубни [9], а также получаемый из клубней сок. Поскольку углеводы в клубнях и соке топинамбура представлены преимущественно инулином, перед сбраживанием необходимо проводить гидролиз сырья ферментными препаратами, содержащими инулиназную активность. С XIX в. стало известно, что клубни топинамбура содержат некоторое количество подобных ферментов, что открыло новые перспективы для его переработки [10]. Существующие схемы производства биоэтанола из топинамбура с использованием зеленой массы совместно с клубнями растения позволяют получить до 0,252 г спирта на 1 г сухой биомассы [11]. В Китае исследуются технологии получения топливного этанола из топинамбурной муки с использованием иммобилизованных дрожжей, обладающих инулиназной активностью, с целью одновременного осахаривания инулина и сбраживания получающихся сахаров [12]. В России проводился ряд исследований состава вегетативной части растения с целью получения биоэтанола [13]. Польско-литовская группа исследователей обратила внимание на то, что этанол не является единственным энергетически значимым продуктом на основе топинамбура. В частности, указывается на возможность использования как клубней, так и надземной части растения для производства метана, а из самой надземной части могут быть изготовлены топливные брикеты и пеллеты [14].

Анализ публикационной активности показывает, что развитие потенциальных способов применения топинамбура и продуктов его переработки идет преимущественно в направлении топливной промышленности. Тем не менее производство алкогольных напитков из топинамбура имеет дав-

нюю историю и достаточно распространено, хотя объемы производства очень малы.

Использование топинамбура в качестве сырья для алкогольных напитков начато в XIX в., когда из-за поражения виноградников филлоксерой в Европе значительно сократилось производство вина. Сначала во Франции, а затем в южной Германии из топинамбура стали производить слабоалкогольные напитки, а затем – крепкие напитки на основе дистиллятов.

Подробности французской технологии производства спирта из топинамбура описаны в издании 1898 г. В частности, описан метод непрерывной дистилляции, при котором из 1250 кг клубней возможно было получить 100 л спирта и 750 кг отходов, пригодных на кормовые цели [15, 16].

В Германии с 1917 по 1924 г. производство спиртных напитков из топинамбура было запрещено. В настоящее время дистилляты из топинамбура производства Германии поступают на рынок под разными торговыми марками: Obstler, Rossler, Roter Rossler (с добавкой лапчатки), Topinambur-Branntwein, Topinambur-brannt, Topi, Topinambur Schnaps или просто Topinambur. Основные производители подобной продукции – частные предприятия и фермы, расположенные в Баварии и Баден-Вюртемберге. Во многих регионах считается, что такой шнапс благотворно влияет на пищеварение после обильной еды [17].

Дистилляты из топинамбура имеют интенсивный, слегка землистый вкус. Однако вкус шнапса из топинамбура может меняться, если в процессе переработки в него были добавлены другие травы или корни, такие как лапчатка, можжевельник или тмин. Тогда спектр вкуса варьируется от орехового до слегка сладковатого. Если клубни топинамбура не были тщательно очищены, вкус продукта может быть горьким [17]. По мнению производителя из США, штат Техас: «Топинамбур обладает ореховым, чистым вкусом, напоминающим свежие семена подсолнечника. Он пахнет фруктами и имеет легкий орехово-сладкий привкус. Он характеризуется интенсивной, приятной, землистой нотой» [18].

Согласно действующим в настоящее время в Европейском союзе нормативам [19], спиртные напитки из топинамбура должны быть получены

исключительно дистилляцией браги из клубней топинамбура и содержать не менее 38 об.% спирта. Из добавок разрешен только карамельный колер для придания требуемого цвета, ароматизаторы не допускаются.

В США спиртные напитки из топинамбура производятся мелкими производителями и небольшими партиями. На рынке алкогольных напитков они позиционируются как «редкие» и «уникальные» [20] и как основа для оригинальных коктейлей [18]. Получение топинамбурных дистиллятов в определенной мере популярно среди американских энтузиастов производства спиртных напитков.

Использование в качестве сырья сушеного топинамбура интересно, в частности, тем, что избавляет производство от сезонности, связанной с сырыми клубнями. В России ведутся исследования по использованию именно этого вида сырья для получения дистиллятов. Запатентован способ производства дистиллята из инулинсодержащего сырья [21], где в качестве исходного материала используется топинамбур сушеный.

Получение дистиллята из топинамбура осуществляется перегонкой сброженного сырья, получаемого в одну или две стадии. Отечественными исследователями отмечается ряд недостатков одностадийного процесса, включающего одновременное осахаривание и сбраживание биомассы клубней топинамбура [22]. К ним относится длительный процесс сбраживания, повышающий вероятность заражения браги посторонней микрофлорой, а также использование пектолитических ферментов, увеличивающих содержание метилового спирта в дистилляте. Первая стадия двухстадийного процесса, при котором осахаривание предшествует сбраживанию, может проходить как под воздействием собственных инулиназ топинамбура, так и с введением инулиназ-содержащих препаратов.

Было показано, что однократная дистилляция сброженного сусла, изготовленного из сушеного топинамбура, позволяет получить дистиллят, богатый вкусо- и ароматообразующими компонентами и при этом имеющий низкое содержание метанола [23].

Данные органолептического анализа топинамбурного дистиллята были опубликованы в

2022 г. Согласно сообщению [24], испытанный образец дистиллята по основным показателям соответствует ГОСТ 33723-2016 «Дистиллят зерновой. Технические условия». Дегустация показала, что этому дистилляту свойственны оригинальные вкус и аромат, отмечаются характерные ноты топинамбура. Посторонних аромата и привкуса не обнаружено.

Топинамбур может использоваться и как добавка в биологический материал для получения иных алкогольных напитков. Так, в недавнем исследовании традиционного корейского напитка Якджу (약주) [25] отмечается, что добавление 10 % топинамбура улучшает готовый напиток с точки зрения сладости, кислоты, аромата и общего качества продукта.

В заключение стоит отметить, что сегодня топинамбур хоть и рассматривается как альтернативный источник топлива, дистилляты и напитки на основе топинамбура тоже заслуживают пристального внимания. Высокое качество продукции, доступность сырья и известные схемы его переработки позволяют увеличить спрос на топинамбур в производстве спиртных напитков. Это позволит разнообразить ассортимент продукции, доступной потребителю, снизить себестоимость спирта благодаря применению альтернативного, дешевого вида сырья, уменьшить количество иного пищевого сырья, в первую очередь – зерна, используемого для производства алкогольной продукции.

#### **Список источников**

1. Куленкамп А.Ю. Топинамбур // Большая Российская Энциклопедия / ред. Ю.С. Осипов. М.: БРЭ, 2004–2017.
2. Медведев П.Ф., Сметанникова А.И. Кормовые растения европейской части СССР. Л.: Колос, 1981. С. 284–287.
3. Патент РФ RU 2017 126 571. Способ уничтожения борщевика / Комаров А.А., Анушкевич Н.Ю. № 2017126571; заявл. 24.07.2017; опубл. 24.01.2019, Бюл. № 14.
4. Зимин В.С. Экономическая эффективность механизации возделывания и переработки топинамбура. М., 1997.
5. Решетник Л.А., Прокольева О.В., Кочнев Н.К. Диетическое и лечебное назначение

- ние топинамбура // Байкальский медицинский журнал. 1997. Т. 11, № 4. С. 11–15.
6. *Песчанская В.А., Крикунова Л.Н.* Влияние режимных параметров подготовки сушеного топинамбура к дистилляции на эффективность процессов при получении и сбраживании суслу // Инновационные процессы в пищевых технологиях: наука и практика: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. посвящ. 90-летию ВНИИЗ. М., 2019.
  7. *Crowell T.* It may look like a 'sunflower, 'but there's fuel in those stalks. *The Christian Science Monitor*, 1980.
  8. *Avando G.* De l'alcool au topinambour // *Le Chasseur Français*, № 604, P. 600, 1941.
  9. *O. Laosiriwut, P. Srinophakun, T.R. Srinophakun, C.-G. Liu, F.-W. Bai u Y. Chisti.* Process Simulation of Ethanol Production from Jerusalem Artichoke Stalk. Vol. 40, № 5, P. 1665–1674, 2021.
  10. *Green J.R.* On the germination of the tuber of the Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus*). *Annals of Botany*. 1888. Т. 1, № 3-4, P. 223–236.
  11. *Kim S., Kim C.H.* Evaluation of whole Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) for consolidated bioprocessing ethanol production. *Renewable Energy*. 2014. Т. 65, P. 83–91.
  12. Production of ethanol from Jerusalem artichoke by mycelial pellets / *C. Zhang* [et al.] // *Scientific Reports*. 2019. Т. 9, № 1. P. 18510.
  13. *Емелина Т.Н., Рязанова Т.В., Чупрова Н.А.* Получение углеводсодержащих субстратов из вегетативной части топинамбура // *Химия растительного сырья*. 2002. № 2. С. 117–119.
  14. Jerusalem artichoke (*Helianthus Tuberosus* L.) as energy raw material / *B. Sawicka* [et al.] // *Proceedings of the 9th International Scientific Conference Rural Development 2019*, 2019.
  15. *Charavel F.* Le Topinambour sa Culture son Emploi pour la Fabrication de l'Alcool, Paris: J. Fritsch, 1898.
  16. *Delbetz P.T.* Du Topinambour: Culture, Panification et Distillation de ce Tubercule, Paris: Librairie Centrale d'Agriculture et de Jardinage, 1867.
  17. Topinambur Schnaps. URL: <https://topinambur.cc/topinambur-schnaps> (дата обращения: 03.05.2023).
  18. First shot distillery. URL: <https://firstshotdistillery.com> (дата обращения: 03.05.2023).
  19. Regulation (ec) no 110/2008 of the european parliament and of the council // *Official Journal of the European Union*, 2008.
  20. *Distillery Koval.* Sunchoke Spirit. URL: <https://koval-distillery.com/newsite/en/119-english/spirits/sunchoke-brandy/104-sunchoke-spirit> (дата обращения: 03.05.2023).
  21. Пат. РФ RU 2 608 502 С1. Способ производства дистиллята и зинулинсодержащего сырья / *Оганесянц Л.А., Песчанская В.А., Крикунова Л.Н.*; патентообладатель Всероссий. НИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности. № 2016111159; заявл. 25.03.2016; опубл. 18.01.2017, Бюл. № 2.
  22. *Крикунова Л.Н., Песчанская В.А., Дубинина Е.В.* Некоторые аспекты производства дистиллята из клубней топинамбура. Ч. 1. Динамика распределения летучих компонентов при дистилляции сброженного суслу // *Техника и технология пищевых производств*. 2017. Т. 11, № 1. С. 17–23.
  23. *Крикунова Л.Н., Дубинина Е.В.* Влияние способов дистилляции на качественные характеристики дистиллятов из сушеного топинамбура // *Техника и технология пищевых производств*. 2018. Т. 48, № 1. С. 48–56.
  24. Переработка клубней топинамбура в дистилляты для производства оригинальных спиртных напитков / *А.О. Соловьев* [и др.] // *Индустрия питания*. 2022. Т. 7, № 4. С. 36–43.
  25. Fermentation characteristics of yakju containing different amounts of steam-cooked Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) / *J.-S. Choi* [et al.] // *Korean Journal of Food Preservation*. 2023. Vol. 30, № 1, P. 155–169.

## References

1. *Kulenkamp A.Yu.* Topinambur // *Bol'shaya Rossijskaya `Enciklopediya* / red. *Yu.S. Osipov*. М.: BR`E, 2004-2017.
2. *Medvedev P.F., Smetannikova A.I.* Kormovye rasteniya evropejskoj chasti SSSR. L.: Kolos, 1981. S. 284–287.
3. Patent RF RU 2017 126 571. Sposob nichtozheniya borshevika / *Komarov A.A., Anushke-*

- vich N.Yu. № 2017126571; заявл. 24.07.2017; opubl. 24.01.2019, Byul. № 14.
4. Zimin V.S. 'Ekonomicheskaya `effektivnost' mehanizacii vozdeystviya i pererabotki topinambura. M., 1997.
  5. Reshetnik L.A., Prokop'eva O.V., Kochnev N.K. Dieticheskoe i lechebnoe naznachenie topinambura // Bajkal'skij medicinskij zhurnal. 1997. T. 11, № 4. S. 11–15.
  6. Peschanskaya V.A., Krikunova L.N. Vliyanie rezhimnyh parametrov podgotovki sushenogo topinambura k distillyacii na `effektivnost' processov pri poluchenii i sbrazhivanii susla // Innovacionnye processy v pischevyh tehnologiyah: nauka i praktika: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. posvyasch. 90-letiyu VNIIZ. M., 2019.
  7. Crowell T. It may look like a 'sunflower, 'but there's fuel in those stalks. The Christian Science Monitor, 1980.
  8. Avando G. De l'alcool au topinambour // Le Chasseur Français, № 604, P. 600, 1941.
  9. O. Laosiriwut, P. Srinophakun, T.R. Srinophakun, C.-G. Liu, F.-W. Bai i Y. Chisti. Process Simulation of Ethanol Production from Jerusalem Artichoke Stalk. Vol. 40, № 5, P. 1665–1674, 2021.
  10. Green J.R. On the germination of the tuber of the Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus*). Annals of Botany. 1888. T. 1, № 3-4, P. 223–236.
  11. Kim S., Kim C.H. Evaluation of whole Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) for consolidated bioprocessing ethanol production. Renewable Energy. 2014. T. 65, P. 83–91.
  12. Production of ethanol from Jerusalem artichoke by mycelial pellets / C. Zhang [et al.] // Scientific Reports. 2019. T. 9, № 1. P. 18510.
  13. Emelina T.N., Ryazanova T.V., Chuprova N.A. Poluchenie uglevodsoderzhaschih substratov iz vegetativnoj chasti topinambura // Himiya rastitel'nogo syr'ya. 2002. № 2. S. 117–119.
  14. Jerusalem artichoke (*Helianthus Tuberosus* L.) as energy raw material / B. Sawicka [et al.] // Proceedings of the 9th International Scientific Conference Rural Development 2019, 2019.
  15. Charavel F. Le Topinambour sa Culture son Emploi pour la Fabrication de l'Alcool, Paris: J. Fritsch, 1898.
  16. Delbetz P.T. Du Topinambour: Culture, Panification et Distillation de ce Tubercule, Paris: Librairie Centrale d'Agriculture et de Jardinage, 1867.
  17. Topinambur Schnaps. URL: <https://topinambur.cc/topinambur-schnaps> (data obrascheniya: 03.05.2023).
  18. First shot distillery. URL: <https://firstshotdistillery.com> (data obrascheniya: 03.05.2023).
  19. Regulation (ec) no 110/2008 of the european parliament and of the council // Official Journal of the European Union, 2008.
  20. Distillery Koval. Sunchoke Spirit. URL: <https://koval-distillery.com/newsite/en/119-english/spirits/sunchoke-brandy/104-sunchoke-spirit> (data obrascheniya: 03.05.2023).
  21. Pat. RF RU 2 608 502 C1. Sposob proizvodstva distillyata i zinulinsoderzhaschego syr'ya / Oganesyanc L.A., Peschanskaya V.A., Krikunova L.N.; patentoobladatel' Vseros. NII pivovarennoj, bezalkogol'noj i vinodel'cheskoj promyshlennosti. № 2016111159; заявл. 25.03.2016; opubl. 18.01.2017, Byul. № 2.
  22. Krikunova L.N., Peschanskaya V.A., Dubinina E.V. Nekotorye aspekty proizvodstva distillyata iz klubnej topinambura. Ch. 1. Dinamika raspredeleniya letuchih komponentov pri distillyacii sbrozhenogo susla // Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv. 2017. T. 11, № 1. S. 17–23.
  23. Krikunova L.N., Dubinina E.V. Vliyanie sposobov distillyacii na kachestvennye harakteristiki distillyatov iz sushenogo topinambura // Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv. 2018. T. 48, № 1. S. 48–56.
  24. Pererabotka klubnej topinambura v distillyaty dlya proizvodstva original'nyh spiritnyh napitkov / A.O. Solov'ev [i dr.] // Industriya pitaniya. 2022. T. 7, № 4. S. 36–43.
  25. Fermentation characteristics of yakju containing different amounts of steam-cooked Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) / J.-S. Choi [et al.] // Korean Journal of Food Preservation. 2023. Vol. 30, № 1, P. 155–169.

Статья принята к публикации 03.07.2023 / The article accepted for publication 03.07.2023.

Информация об авторах:

**Марина Эдуардовна Медриш**<sup>1</sup>, заведующая лабораторией техно-химического контроля и арбитражных методов анализа, кандидат технических наук

**Михаил Владимирович Туршатов**<sup>2</sup>, заведующий отделом технологии спирта и комплексной переработки сырья, кандидат технических наук

**Александр Олегович Соловьев**<sup>3</sup>, младший научный сотрудник лаборатории комплексной переработки сырья

**Светлана Владимировна Павленко**<sup>4</sup>, младший научный сотрудник лаборатории техно-химического контроля и арбитражных методов анализа

**Федор Иванович Крыщенко**<sup>5</sup>, младший научный сотрудник лаборатории техно-химического контроля и арбитражных методов анализа

**Ирина Михайловна Абрамова**<sup>6</sup>, директор, доктор технических наук

Information about the authors:

**Marina Eduardovna Medrish**<sup>1</sup>, Head of the Laboratory of Techno-Chemical Control and Arbitration Methods of Analysis, Candidate of Technical Sciences

**Mikhail Vladimirovich Turshatov**<sup>2</sup>, Head of the Department of Alcohol Technology and Complex Processing of Raw Materials, Candidate of Technical Sciences

**Alexander Olegovich Solovyev**<sup>3</sup>, Junior Researcher, Laboratory of Integrated Processing of Raw Materials

**Svetlana Vladimirovna Pavlenko**<sup>4</sup>, Junior Researcher, Laboratory of Techno-Chemical Control and Arbitration Methods of Analysis

**Fedor Ivanovich Kryshchenko**<sup>5</sup>, Junior Researcher, Laboratory of Techno-Chemical Control and Arbitration Methods of Analysis

**Irina Mikhailovna Abramova**<sup>6</sup>, Director, Doctor of Technical Sciences

