

УДК 663.542

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ДИСТИЛЛЯТА
ИЗ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА.
Часть 1. Динамика распределения летучих компонентов
при дистилляции сброженного сусла**

Л.Н. Крикунова, В.А. Песчанская, Е.В. Дубинина*

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт пивоваренной, безалкогольной
и винодельческой промышленности»
119021, Россия, г. Москва, ул. Россолимо, 7*

**e-mail: elena-vd@yandex.ru*

Дата поступления в редакцию: 02.02.2017

Дата принятия в печать: 02.03.2017

Аннотация. Топинамбур, или земляная груша, является одним из перспективных видов сырья для производства высококачественной алкогольной продукции в Российской Федерации. Топинамбур представляет интерес как сырье для производства спиртных напитков в связи с его широкой распространенностью, высокой холодоустойчивостью и неприхотливостью к условиям окружающей среды. Кроме того, клубни топинамбура богаты потенциально сбраживаемыми углеводами. Выход спирта из топинамбура в среднем в 1,5–3,5 раза выше, чем из пшеницы или картофеля. В данной работе была изучена динамика распределения летучих компонентов при дистилляции сброженного сусла из топинамбура. Также установлено влияние на процесс способа подготовки исходного сырья к дистилляции. В результате исследований были выявлены общие закономерности распределения основных летучих компонентов по фракциям при дистилляции сброженного сусла из свежих клубней топинамбура. Полученные данные позволили установить точки экстремумов для ацетальдегида, этилацетата, высших спиртов, фенилэтилового спирта и энантового эфира, которые в значительной степени определяют органолептический профиль спиртного напитка. Показано, что распределение ацетальдегида, этилацетата, метанола и высших спиртов не зависит от способа подготовки сырья к дистилляции и длительности процесса сбраживания. Установлено, что способ подготовки сырья оказывает влияние на распределение фенилэтилового спирта и энантового эфира. Использование одностадийного способа подготовки топинамбура позволило получить дистиллят с более высокой концентрацией энантового эфира от 7 до 30 %, что положительно отразилось на аромате и вкусе дистиллята.

Ключевые слова. Топинамбур, сброженное сусло, летучие компоненты, дистилляция

**SOME ASPECTS OF DISTILLATE PRODUCTION FROM JERUSALEM
ARTICHOKE TUBERS.**

**Part 1. Dynamic of distribution of volatile components
by distillation of fermented wort**

L.N. Krikunova, V.A. Peschanskaya, E.V. Dubinina*

*All-Russian Research Institute of Brewing,
Nonalcoholic and Wine Industry,
7, Rossolimo Str., Moscow, 119021, Russia*

**e-mail: elena-vd@yandex.ru*

Received: 02.02.2017

Accepted: 02.03.2017

Annotation. Topinambour or Jerusalem artichoke is one of the promising raw materials for production of high quality alcoholic beverages in the Russian Federation. Jerusalem artichoke is of interest as a raw material for production of alcoholic beverages because of its wide prevalence, high cold resistance and flexibility to environmental conditions. In addition, the tubers of Jerusalem artichoke are rich in potentially fermentable carbohydrates. The yield of alcohol from Jerusalem artichoke is in average 1.5 – 3.5 times higher than that from wheat or potato. In this study, the dynamics of distribution of volatile compounds during distillation of fermented wort of Jerusalem artichoke has been investigated. The way the method of preparation of raw materials for distillation influences this process has also been determined. As a result of the research common regularities of distribution of individual volatile components in fractions during distillation of fermented wort of Jerusalem artichoke have been revealed. The obtained data allowed us to define the extremum points for acetaldehyde, ethyl acetate, pure spirit of best quality, phenylethyl alcohol and enanth ester which largely determine sensory profile of spirits. It has been shown that the distribution of acetaldehyde, ethyl acetate, methanol and higher alcohols does not depend on the method of preparation of raw materials for distillation and the time of fermentation. It has been established that the method of preparation of raw materials affects the distribution of phenylethyl alcohol and enanth ester during distillation. The use of one-stage method of Jerusalem artichoke preparation makes it possible to obtain distillate of higher concentration of enanth ester from 7 % to 30 % thus positively affecting the flavor and taste of the distillate.

Key words. Jerusalem artichoke, fermented wort, volatile components, distillation

Введение

В современных условиях жесткой конкуренции предприятия пищевой промышленности могут успешно работать только при условии выпуска конечной продукции, отвечающей требованиям потребителя одновременно по двум параметрам: качество и цена. Несоответствие продукции хотя бы по одному из них делает ее неконкурентоспособной. В полной мере это относится и к крепкой алкогольной продукции на основе дистиллятов из растительного сырья, таких как коньяк, бренди, виски, кальвадос и др.

Научные разработки отечественных ученых позволяют с успехом развивать производство алкогольной продукции на основе фруктовых (плодовых) дистиллятов с учетом особенностей сырьевой базы страны [1, 2, 3]. Научный и практический интерес также представляют исследования, посвященные спиртным напиткам из злаков [4, 5, 6]. Одним из перспективных видов сырья для производства высококачественной алкогольной продукции в Российской Федерации может служить топинамбур [7].

Топинамбур, или земляная груша, является высокопродуктивным клубненосным растением из семейства сложноцветных (*Compositae*) и принадлежит к роду *Helianthus*. Он устойчив к неблагоприятным условиям и эффективно использует солнечную энергию для роста и развития. Имея мощную корневую систему, растение хорошо переносит засуху и обладает высокой холодоустойчивостью. Клубни выдерживают замораживание до минус 20 °С, не теряя при этом жизнеспособности.

Топинамбур не имеет специализированных вредителей и болезней и не накапливает после себя ингибиторов роста и токсинов. Культура устойчива к губительным для других растений концентрациям ксенобиотиков, переносит повышенное содержание окислов серы, азота, сероводорода, аммиака и других газов.

Широкий интерес к использованию топинамбура в ряде отраслей пищевой промышленности объясняется высокой экономической эффективностью производства. Так, в спиртовой отрасли топинамбур считается одним из самых дешевых видов сырья. Выход спирта из него в 1,5–3,5 раза выше, чем при переработке картофеля и зерна при пересчете на 1 га [8].

Химический состав топинамбура показывает, что содержание сухих веществ в клубнях колеблется в пределах 19–30 % [9, 10]. Среди них преобладают углеводы, которые представляют основной интерес для производителей спиртных напитков. Их количество может достигать 80 и даже 90 % от сухих веществ [10]. Среди потенциально сбраживаемых углеводов основу составляют фруктоза и ее полимеры различной степени сложности, высшим гомологом которых является инулин. Массовая доля потенциально сбраживаемых углеводов в топинамбуре превышает их содержание в крахмалосодержащем сырье (зерне) в среднем на 15–20 %. Кроме того, с позиции оценки биохимического состава, к преимуществам топинамбура, по сравнению с зерном, следует отнести то, что крахмал зерна, состоящий из двух полимеров – линейного (амилозы) и разветвленного (амилопектина) труднее подвергается водно-тепловой и ферментативной обработке, чем инулин и его фрак-

ции, так как последний является линейным полимером и имеет меньшую молекулярную массу.

Эффективность ферментативного гидролиза инулина напрямую зависит от фракционного состава его фруктозанов (ФI – редуцирующих свободных сахаров; ФII – олигосахаридов и низкомолекулярных фракций инулина; ФIII – высокомолекулярных фракций инулина) [11]. Олигосахариды, низко- и высокомолекулярные фракции инулина непосредственно дрожжами рода *Saccharomyces cerevisiae* не могут сбраживаться и должны пройти стадию осахаривания.

При разработке новой технологии спиртных напитков следует учитывать, что топинамбур содержит повышенное количество пектиновых веществ. Среди них преобладает нерастворимый протопектин [12], что следует считать положительным с позиции оценки данного вида сырья. Вместе с тем, пектин топинамбура характеризуется высокой степенью метоксилирования, то есть в случае ферментативного гидролиза сырья под действием пектинэстеразы в конечном продукте может накапливаться сверхнормативное содержание метилового спирта. Данные о пектинэстеразе топинамбура [13] позволяют прогнозировать содержание метанола в продукте и рекомендовать на основе теоретических предпосылок оптимальные технологические параметры на всех стадиях переработки клубней.

Имеющиеся в научно-технической литературе материалы посвящены вопросам переработки свежих клубней топинамбура и в первую очередь, они касаются технологий получения пищевого этилового спирта. Условно данные технологии могут быть разделены на два класса. В соответствии с первым, сырье подвергают перед ректификацией двухстадийной обработке, то есть сначала получают осаживаемое сусло из измельченного материала, а затем вносят в него засевные дрожжи и проводят процесс сбраживания. На стадии получения осаживаемого сусла отечественными специалистами показана перспективность ферментативного гидролиза инулина сырья [11, 14]. Причем он может быть осуществлен как под действием собственных инулиназ сырья (они достаточно активны в топинамбуре [14]), так и путем внесения в среду ферментных препаратов, обладающих данной активностью.

Одностадийный способ подготовки клубней топинамбура к дистилляции предлагают немецкие специалисты [15]. Однако предлагаемая схема имеет ряд недостатков: во-первых, длительность процесса сбраживания составляет 4–8 суток, что при естественном рН среды сопряжено с большой вероятностью контаминации посторонней микрофлорой, во-вторых, для повышения технологичности сред, в частности, снижения вязкости, способ предусматривает применение ферментных препаратов пектолитического спектра действия, что приводит к повышению концентрации метанола в дистилляте.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследования использовали:
- клубни топинамбура сорта Скороспелка осеннего сбора урожая;

- сброженное сусло, подготовленное к дистилляции по двух- и одностадийному способам;
- дистиллят из клубней топинамбура.

Для определения физико-химических показателей объектов исследования применяли стандартизованные методы анализа, а также методики, разработанные специалистами ФГБНУ ВНИИПБиВП и аттестованные в установленном порядке. Определение массовой доли инулина проводили методом, основанным на извлечении инулина из растительного сырья горячей водой, последующем кислотном гидролизе и определении редуцирующих сахаров. Качественный и количественный состав летучих компонентов в сброженном сусле и дистилляте из топинамбура определяли методом газовой хроматографии, наиболее часто используемым для изучения летучих компонентов в спиртных напитках. Использовали газовый хроматограф «Кристалл 5000.1» («Хроматек», Россия) с пламенно-ионизационным детектором (предел детектирования не более $5 \cdot 10^{-12}$ г С/с), автосамплером, компьютером с автоматической системой сбора и обработки хроматографической информации. Хроматографическая колонка – HP FFAP: длина 50 м, внутренний диаметр 0,32 мм с толщиной пленки неподвижной фазы 0,5 мкм [16].

Обработка полученных экспериментальных данных осуществлялась с использованием методов математической статистики и компьютерной программы Microsoft Excel 2011.

Результаты и их обсуждение

Исходное сырье – свежие клубни топинамбура с массовой долей влаги 75,6 % и с массовой долей инулина 70,7 % – предварительно подвергали двухстадийной мойке при общем гидромодуле сырье : вода – 1 : 5. Длительность процесса на каждой стадии составляла 10 мин при периодическом перемешивании, что имитировало работу барабанной моечной машины. В результате мойки влажность клубней топинамбура повышалась в среднем на 2,0 %, что было учтено при расчете выхода дистиллята. Отмытые клубни измельчали на дробилке «Speidel» («Arnold Holstein», Германия) до размера частиц не более 5 x 5 мм.

Далее для получения осахаренного сусла по двухстадийному способу подготовки сырья к дистилляции смесь измельченного сырья и воды при гидромодуле 1 : 0,5 подвергали гидролизу при естественном рН 6,1 и температуре 50–55 °С при периодическом перемешивании. Данные параметры проведения процесса были выбраны по результатам исследований работы, предусматривающей переработку свежих клубней топинамбура в спиртовой отрасли [11]. Процесс ферментативного гидролиза инулина сырья проходил под действием собственных инулиназ топинамбура и микробной экзоинулиназы ферментного препарата Inul A. Awamori [17] (норма внесения – 3,0 ед. ИН/г инулина сырья).

Ранее установлено [11], что длительность процесса сбраживания осахаренного сусла, полученного при гидролизе инулина под действием собственных инулиназ сырья, составляет трое суток. Дополнительное внесение микробной инулиназы могло сократить длительность процесса сбраживания,

поэтому в данной работе исследованы два варианта подготовки сырья к дистилляции по двухстадийному способу: образец 1 – двое суток сбраживания; образец 2 – трое суток сбраживания.

С целью устранения недостатков одностадийного способа подготовки клубней топинамбура к дистилляции, предложенного немецкими специалистами, в настоящей работе процесс проводили с подкислением среды до рН 4,5 (оптимальное значение для действия микробной экзоинулиназы) раствором серной кислоты и дополнительным внесением активатора брожения «Витамон Комби» (норма внесения – 30 мг/100 г сусла). Длительность процесса при этих условиях составляла от трех до четырех суток.

Сбраживание всех опытных образцов проводили с использованием сухих спиртовых дрожжей *Fermiol*. Внесение предварительно активированных дрожжей осуществлялось по массе: 100 мг дрожжей на 100 г сусла. Процесс сбраживания проводили при температуре 28–30 °С.

Показано (табл. 1), что суммарное содержание основных летучих компонентов в сброженном сусле зависит как от способа подготовки сырья к дистилляции, так и от длительности процесса сбраживания. Так, двухстадийный способ по сравнению с одностадийным характеризуется меньшим накоплением в сброженном сусле ацетальдегида и этилацетата и повышенным содержанием высших спиртов и фенилэтилового спирта. При этом отмечено изменение отношения концентрации изоамилола и суммы спиртов 1-пропанол и изобутанол: при двухстадийном способе данный показатель варьируется – от $1 \div 0,92$ до $1 \div 1,10$, а при одностадийном от $1 \div 1,26$ до $1 \div 1,32$.

Таким образом, сравнительная характеристика образцов сброженного сусла из свежих клубней топинамбура по содержанию основных летучих компонентов показала преимущества двухстадийного способа подготовки сырья к дистилляции по сравнению с одностадийным.

Длительность процесса сбраживания также влияет на накопление в сброженном сусле определенных летучих компонентов. Так, при двухстадийном способе увеличение длительности сбраживания с двух суток до трех суток (образец 1 и образец 2) приводит к повышению содержания ацетальдегида почти в 2 раза, метанола – на 8,3 % и к снижению суммы высших спиртов на 27,8 %. Что, как известно, может отрицательно повлиять на органолептические характеристики конечного продукта.

Полученные образцы сброженного сусла далее подвергали однократной дистилляции с использованием дистиллятора фирмы «Kothe Destillationstechnik» (Германия).

На данном этапе работы на основании определения крепости и оценки органолептических показателей осуществляли дробный отбор фракций. В табл. 2 и 3 представлены данные по распределению основных летучих компонентов сброженного сусла из свежих клубней топинамбура, полученного с использованием спиртовых дрожжей *Fermiol* по двух- и одностадийному способу подготовки сырья к дистилляции. Для получения сопоставимых результатов ис-

следованных четырех образцов данные по конкретной крепости были пересчитаны на крепости: Ф1 = 87 % об.; Ф2 = 88 % об., Ф3 = 87 % об., Ф4 = 86 % об., Ф5 = 70 % об., Ф6 = 25 % об. Фактические значения крепости варьировались соответственно в пределах: для Ф1 ($\pm 0,4 \div 2,0$ % об.), для Ф2 ($\pm 0,3 \div 0,5$ % об.), для Ф3 ($\pm 0,4 \div 1,5$ % об.), для Ф4 ($\pm 0,1 \div 2,0$ % об.), для Ф5 ($\pm 2,0 \div 10,0$ % об.), для Ф6 ($\pm 4,0 \div 10,3$ % об.).

Анализ полученных данных позволил выявить общие закономерности распределения основных летучих компонентов по фракциям при дистилляции сброженного суслу из свежих клубней топинамбура, не зависящие от способа подготовки сырья к дистилляции и длительности процесса сбраживания:

- концентрирование ацетальдегида и этилацетата во фракции Ф1 и их повышенное количество во фракции Ф2;

- содержание метанола во всех фракциях в сопоставимых значениях, кроме фракции Ф6;

- перераспределение высших спиртов с их максимальным содержанием во фракциях Ф2–Ф5;

- концентрирование фенилэтилового спирта во фракциях Ф5 и Ф6.

Вместе с тем, абсолютное значение содержания отдельных летучих компонентов во фракциях варьируется в довольно широких пределах в зависимости от качественных показателей образцов суслу, подвергнутых дистилляции.

Так, содержание ацетальдегида во фракции Ф1 изменяется от 445 до 2931 мг/дм³, во фракции Ф2 находится в пределах 62 ÷ 193 мг/дм³, т.е. меняется в 6,6 и 3,1 раза соответственно. Содержание этих компонентов в образцах сброженного суслу варьируется соответственно от 83 до 375 мг/дм³ и от 53 до 87 мг/дм³, т.е. меняется в 4,5 и в 1,6 раз. Таким образом, не установлена зависимость по данным компонентам между их содержанием в сброженном сусле и во фракциях Ф1 и Ф2.

Полученные данные по изменению концентрации метанола в процессе фракционированной дистилля-

ции сброженного суслу из топинамбура показали, что она в значительной степени определяется крепостью фракции. Минимальное значение концентрации метанола отмечено во фракции Ф6.

Также было выявлено, что для всех образцов точка ярко выраженного экстремума массовой концентрации высших спиртов соответствовала фракции Ф4.

Массовая концентрация фенилэтилового спирта в сусле находилась в пределах 125÷207 мг/дм³, т.е. в зависимости от способа подготовки сырья к дистилляции и длительности процесса сбраживания изменялась в 1,7 раз; суммарное содержание во фракциях дистиллята Ф5 и Ф6, полученного из этих образцов, составляло – 79÷121, т.е. изменялось в 1,5 раза. Таким образом, полученные данные позволяют сделать предположение о том, что содержание фенилэтилового спирта в большей степени зависит от режимных параметров получения сброженного суслу, чем от процесса дистилляции.

Важным показателем качества, с точки зрения органолептической характеристики, является массовая концентрация энантового эфира (в данной работе – это суммарное содержание этилкаприлата, этилкапрата и этилкаприната). Данные, представленные в табл. 2 и 3, свидетельствуют о смещении экстремумов его концентрации в сторону средней фракции при дистилляции суслу, подготовленного по одностадийному способу. В результате это привело к увеличению концентрации энантового эфира в средней фракции на 7–30 %, что положительно отразилось на аромате и вкусе полученных дистиллятов.

В целом, изученная динамика распределения летучих компонентов при дистилляции сброженного суслу из топинамбура позволит рассчитать баланс их распределения по фракциям, который может быть положен в основу научно-практического обоснования при разработке высокоэффективной технологии спиртных напитков на основе дистиллята из топинамбура. Результаты исследований будут опубликованы во второй и третьей частях работы.

Таблица 1

Сравнительная характеристика образцов сброженного суслу из свежих клубней топинамбура по содержанию основных летучих компонентов в зависимости способа подготовки сырья к дистилляции

Содержание летучих компонентов, мг/дм ³ безводного спирта	Двухстадийный способ		Одностадийный способ	
	Образец 1 (Т = 2 суток)	Образец 2 (Т = 3 суток)	Образец 3 (Т = 3 суток)	Образец 4 (Т = 4 суток)
Ацетальдегид	83	163	375	242
Этилацетат	68	53	87	75
Метанол	4676	5064	4893	4919
Высшие спирты, в т.ч.:	4241	3064	3065	2957
- 1-пропанол	674	610	542	480
- изобутанол	1537	795	778	802
- изоамилол	2030	1659	1745	1675
Энантовый эфир	24	33	30	30
Фенилэтиловый спирт	147	207	142	125
Сумма летучих компонентов*	9370	8650	8732	8538

Таблица 2

Изменение концентрации летучих компонентов при фракционированной дистилляции сброженного суслу из топинамбура (двухстадийный способ)

Массовая концентрация летучих компонентов, мг/дм ³	Образец 1						Образец 2											
	Головная фракция		Средняя фракция				Хвостовая фракция		Головная фракция		Средняя фракция				Хвостовая фракция			
	Ф1	Ф2	Ф3	Ф4	Ф5	Ф6	Ф1	Ф2	Ф3	Ф4	Ф5	Ф6	Ф1	Ф2	Ф3	Ф4	Ф5	Ф6
Ацетальдегид	545	62	28	18	12	5	1465	193	64	22	18	12	1465	193	64	22	18	12
Этилацетат	1421	188	42	20	8	2	880	148	25	7	6	3	880	148	25	7	6	3
Метанол	4541	4321	3521	4125	3877	1566	5705	4846	4109	4829	4756	2206	5705	4846	4109	4829	4756	2206
Высшие спирты, в т.ч.:	3075	4334	5305	6568	2154	220	1494	1778	1939	2889	508	117	1494	1778	1939	2889	508	117
- 1-пропанол	683	934	1081	1375	608	102	385	448	484	658	217	60	385	448	484	658	217	60
- изобутанол	1451	1934	2127	1969	452	53	634	729	766	673	97	22	634	729	766	673	97	22
- изоамилол	941	1466	2097	3224	1094	65	475	601	689	1558	194	35	475	601	689	1558	194	35
Этантовый эфир	40	41	39	28	16	2	30	31	33	13	1	1	30	31	33	13	1	1
Фенилэтиловый спирт	11	3	3	5	26	60	4	2	6	61	60	60	4	2	6	61	60	60
Сумма летучих компонентов*	9804	9074	9011	10846	6134	1864	9680	7142	6281	7849	5410	2429	9680	7142	6281	7849	5410	2429

Таблица 3

Изменение концентрации летучих компонентов при фракционированной дистилляции сброженного суслу из топинамбура (одностадийный способ)

Массовая концентрация летучих компонентов, мг/дм ³	Образец 1						Образец 2											
	Головная фракция		Средняя фракция				Хвостовая фракция		Головная фракция		Средняя фракция				Хвостовая фракция			
	Ф1	Ф2	Ф3	Ф4	Ф5	Ф6	Ф1	Ф2	Ф3	Ф4	Ф5	Ф6	Ф1	Ф2	Ф3	Ф4	Ф5	Ф6
Ацетальдегид	2931	175	71	26	18	15	1552	190	73	27	20	13	1552	190	73	27	20	13
Этилацетат	1241	127	21	9	8	4	1295	158	37	9	8	3	1295	158	37	9	8	3
Метанол	6050	5168	4534	4703	4731	2801	5866	4822	4595	4456	4843	2288	5866	4822	4595	4456	4843	2288
Высшие спирты, в т.ч.:	1578	2216	2968	3735	1129	98	1843	2442	3119	3383	1348	113	1843	2442	3119	3383	1348	113
- 1-пропанол	347	454	565	697	270	50	391	496	605	666	344	54	391	496	605	666	344	54
- изобутанол	739	988	1195	1060	193	18	833	1039	1189	955	243	22	833	1039	1189	955	243	22
- изоамилол	492	774	1208	1978	666	30	619	907	1762	761	37	37	619	907	1762	761	37	37
Этантовый эфир	20	35	47	31	20	2	38	48	49	23	2	2	38	48	49	23	2	2
Фенилэтиловый спирт	7	2	2	3	22	80	3	2	3	17	62	62	3	2	3	17	62	62
Сумма летучих компонентов*	11949	7850	7717	8582	5982	3045	10723	7779	7956	7977	6314	2505	10723	7779	7956	7977	6314	2505

Примечание. * В табл. 1–3 при расчете суммы летучих компонентов учитывались все идентифицированные примеси, некоторые из них в иллюстративный материал не включены.

Список литературы

1. Оганесянц, Л.А. Теория и практика плодового виноделия / Л.А. Оганесянц, А.Л. Панасюк, Б.Б. Рейтблат. – М.: Промышленно-консалтинговая группа «Развитие» по заказу ГНУ ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности, 2011. – 396 с.
2. Научные аспекты производства крепких спиртных напитков из плодового сырья / Л.А. Оганесянц [и др.] // Виноделие и виноградарство. – 2012. – № 1. – С. 18–19.
3. Динамика распределения летучих компонентов при дистилляции вишневой мезги / Л.А. Оганесянц [и др.] // Виноделие и виноградарство. – 2016. – № 2. – С. 9–13.
4. Оганесянц, Л.А. Влияние вида сырья на процесс сбраживания суслу для производства зерновых дистиллятов / Л.А. Оганесянц, Л.Н. Крикунова, В.А. Песчанская // Пиво и напитки. – 2014. – № 4. – С. 22–24.
5. Патент № 2557397 РФ, С12G3/00, С12G3/12, С12G3/10. Способ производства дистиллята из зернового сырья / Оганесянц Л.А., Песчанская В.А., Крикунова Л.Н., Рябова С.М.; заявл. 23.10.2014, опубл. 20.07.2015, Бюл. № 20.
6. Патент № 2557399 РФ, С12G3/12, С12G3/10. Способ производства дистиллята из зернового сырья / Оганесянц Л.А., Песчанская В.А., Крикунова Л.Н., Осипова В.П.; заявл. 23.10.2014, опуб. 20.07.2015, Бюл. № 20.
7. Оганесянц, Л.А. Технично-экономическое обоснование перспектив производства спиртных напитков из топинамбура / Л.А. Оганесянц, В.А. Песчанская, В.П. Осипова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2016. – № 4. – С. 5–9.
8. Технология и оборудование для глубокой переработки топинамбура: получение спирта / Г.П. Варламов [и др.] // Тракторы и с/х машины. – 1999. – № 7. – С. 9–11.
9. Васильева, Е.А. Использование добавок из топинамбура для расширения ассортимента продукции / Е.А. Васильева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 1. – С. 51–54.
10. Кочнев, Н.К. Топинамбур – биоэнергетическая культура XXI века / Н.К. Кочнев, М.В. Калиничева. – М.: Арес, 2002. – 76 с.
11. Крикунова, Л.Н. Энерго- и ресурсосберегающая технология этанола из топинамбура I. Сравнительная характеристика способов подготовки сырья к сбраживанию / Л.Н. Крикунова, М.М. Александра // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. – № 6. – С. 64–67.
12. Крикунова, Л.Н. Пектиновые вещества топинамбура: содержание, распределение по аналитическим частям, свойства / Л.Н. Крикунова, М.В. Гернет, Д.В. Четкин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – № 5. – С. 50–54.
13. Четкин, Д.В. Пектинэстераза топинамбура: активность, свойства / Д.В. Четкин, Г.П. Карпиленко, Л.Н. Крикунова // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2006. – № 3. – С. 18–20.
14. Четкин, Д.В. Исследование процесса гидролиза фруктозанов топинамбура под действием собственных гидролаз сырья / Д.В. Четкин, Л.Н. Крикунова, Г.П. Карпиленко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – № 4. – С. 43–46.
15. Scholten Technologie der Obstbrennerei / P. Dürr, W. Albrecht, M. Gossinger, K. Hagmann, G. Pulver // Handbuch der lebensmitteltechnologie, Eugen Ulmer KG, Germany. – 2010. – 326 p.
16. Методика измерений массовой концентрации летучих компонентов в продуктах брожения методом газовой хроматографии. Свидетельство об аттестации № 01.00225/205-46-11 от 28.06.2011, регистрационный код по Федеральному реестру ФР.1.31.2011.10467.
17. Выделение и свойства рекомбинантных инулиназ *Aspergillus* sp. / В.П. Волков [и др.] // Биохимия. – 2012. – Т. 77. – Вып. 5. – С. 611–621.

References

1. Oganesyants L.A., Panasyuk A.L., Reytblat B.B. *Teoriya i praktika plodovogo vinodeliya* [Theory and practice of fruit winemaking]. Moscow: Promyshlennno-konsaltingovaya gruppya «Razvitie», 2011. 396 p.
2. Oganesyants L.A., Reytblat B.B., Peschanskaya V.A., Dubinina E.V. Nauchnye aspekty proizvodstva krepkih spirtnykh napitkov iz plodovogo syr'ya [The scientific aspects of the production of spirits from fruit raw materials]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and viticulture], 2012, no. 1, pp. 18–19.
3. Oganesyants L.A., Krikunova L.N., Dubinina E.V., Alieva G.A. Dinamika raspredeleniya letuchikh komponentov pri distillyatsii vishnevyy mezgi [Dynamics of distribution of the volatile components at distillation of the cherry pulp]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and viticulture], 2016, no. 2, pp. 9–13.
4. Oganesyants L.A., Krikunova L.N., Peschanskaya V.A. Vliyanie vida syr'ya na protsess sbrazhivaniya susla dlya proizvodstva zernovykh distillyatov [Influence of raw material on the process of wort fermentation for the production of grain distillates]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2014, no. 4, pp. 22–25.
5. Oganesyants L.A., Peschanskaya V.A., Krikunova L.N., Ryabova S.M. *Sposob proizvodstva distillyata iz zernovogo syr'ya* [Method of production of a distillate from grain raw materials]. Patent RF, no. 2557397, 2015.
6. Oganesyants L.A., Peschanskaya V.A., Krikunova L.N., Osipova V.P. *Sposob proizvodstva distillyata iz zernovogo syr'ya* [Method of production of a distillate from grain raw materials]. Patent RF, no. 2557399, 2015.
7. Oganesyants L.A., Peschanskaya V.A., Osipova V.P. Tekhniko-ekonomicheskoe obosnovanie perspektiv proizvodstva spirtnykh napitkov iz topinambura [Feasibility study of alcoholic beverages production prospects from artichoke]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of farm products], 2016, no. 4, pp. 5–9.
8. Varlamov, G.P., Dolgochev A.M., Varlamov A.G., Zimin V.S. Tehnologiya i oborudovanie dlja glubokoj pererabotki topinambura: poluchenie spirta [Technology and equipment for deep processing of topinambour: getting alcohol]. *Traktory i sel'skokhozyaystvennyye mashiny* [Tractors and farm machinery], 1999, no. 7, pp. 9–11.
9. Vasil'yeva E.A. Ispol'zovanie dobavok iz topinambura dlya rasshireniya assortimenta produktsii [Use of additives from American artichoke for expansion of production line]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of farm products], 2007, no. 1, pp. 51–54.
10. Kochnev N.K., Kalinicheva M.V. *Topinambur – bioenergicheskaya kul'tura XXI veka* [Jerusalem artichoke – biopower culture of the XXI century]. Moscow: Ares Publ., 2002. 76 p.

11. Krikunova L.N., Aleksandrova M.M. Energo- i resursosberegayushchaya tekhnologiya etanola iz topinambura I. Sravnitel'naya kharakteristika sposobov podgotovki syr'ya k sbrazhivaniyu [Energy - and resource-saving technology of ethanol from Jerusalem artichoke. I Comparative characteristics of methods of preparation of raw materials to the fermentation]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of farm products], 2000, no. 6, pp. 64–67.

12. Krikunova L.N., Gernet M.V., Chechetkin D.V. Pektinovyе veshhestva topinambura: sodержanie, raspredelenie po analiticheskim chastjam, svojstva [Pectinaceous substances of American artichoke: contents, distribution by anatomic parts, properties]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of farm products], 2006, no. 5, pp. 50–54.

13. Chechetkin D.V., Karpilenco G.P., Krikunova L.N. Pektinesteraza topinambura: aktivnost', svojstva [Pectinesterase of American artichoke: activity, properties]. *Proizvodstvo spirta i likerovodochnykh izdeliy* [Manufacture of alcohol liqueur & vodka products], 2006, no. 3, pp. 18–20.

14. Chechetkin D.V., Krikunova L.N., Karpilenco G.P. Issledovanie protsessa gidroliza fruktozanov topinambura pod deystviem sobstvennykh gidrolaz syr'ya [Investigation of process of hydrolysis of fructosans of American artichoke under influence of own hydrolases of raw materials]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of farm products], 2006, no 4, pp. 43–46.

15. Dürr P., Albrecht W., Gössinger M., Hagmann K., Pulver D., Scholten G. *Technologie der Obstbrennerei*. Eugen Ulmer K G, 2010. 326 p.

16. *Metodika izmereniy massovoy kontsentratsii letuchikh komponentov v produktakh brozheniya metodom gazovoy khromatografii. Svidetel'stvo ob attestatsii № 01.00225/205-46-11 ot 28.06.2011, registratsionnyy kod po Federal'nomu reestru FR.1.31.2011.10467* [Method of measurement of mass concentration of volatile components in fermentation products by gas chromatography. Certificate of attestation 01.00225/205-46-11, 28.06.2011. Registration code of Federal registry FR.1.31.2011.10467].

17. Volkov P.V., Sinicina O.A., Fedorova E.A. et al. Vydelenie i svojstva rekombinantnykh inulinaz *Aspergillus* sp. [Isolation and properties of recombinant inulinases from *Aspergillus* sp.]. *Biokhimiya* [Biochemistry], 2012, vol. 77, iss. 5, pp. 611–621.

Дополнительная информация / Additional Information

Крикунова, Л.Н. Некоторые аспекты производства дистиллята из клубней топинамбура. Часть 1. Динамика распределения летучих компонентов при дистилляции сброженного сусла / Л.Н. Крикунова, В.А. Песчанская, Е.В. Дубинина // *Техника и технология пищевых производств*. – 2017. – Т. 44. – № 1. – С. 17–23.

Krikunova L.N., Peschanskaya V.A., Dubinina E.V. Some aspects of distillate production from Jerusalem artichoke tubers (Part 1. Dynamic of distribution of volatile components by distillation of fermented wort). *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 44, no. 1, pp. 17–23 (In Russ.).

Крикунова Людмила Николаевна

д-р техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности», 119021, Россия, г. Москва, ул. Россолимо, 7, тел.: +7 (499) 255-20-21, e-mail: cognac320@mail.ru

Песчанская Виолетта Александровна

зав. отделом технологии крепких напитков, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности», 119021, Россия, г. Москва, ул. Россолимо, 7, тел.: +7 (499) 246-66-12

Дубинина Елена Васильевна

канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности», 119021, Россия, г. Москва, ул. Россолимо, 7, тел.: +7 (499) 246-66-12, e-mail: elena-vd@yandex.ru

Ludmila N. Krikunova

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Leading researcher, All-Russian Research Institute of Brewing, Nonalcoholic and Wine Industry, 7, Rossolimo Str., Moscow, 119021, Russia, phone: +7 (499) 255-20-21, e-mail: cognac320@mail.ru

Violetta A. Peschanskaya

Head of the department of technology of hard liquor, All-Russian Research Institute of Brewing, Nonalcoholic and Wine Industry, 7, Rossolimo Str., Moscow, 119021, Russia, phone: +7 (499) 246-66-12

Elena V. Dubinina

Cand.Sci.(Eng.), Leading researcher, All-Russian Research Institute of Brewing, Nonalcoholic and Wine Industry, 7, Rossolimo Str., Moscow, 119021, Russia, phone: +7 (499) 246-66-12, e-mail: elena-vd@yandex.ru

