

Регулирование процесса фракционирования солодового дистиллята с применением функции Харрингтона

Всеволод А. Романов¹ dyvom@notsharingmy.info
Надежда В. Баракова¹ n.barakova@mail.ru

¹ Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 190002, Россия

Аннотация. Рассматривается нахождение зависимости, облегчающей регулирование процесса фракционирования солодового дистиллята. Обосновывается необходимость рассматривать в роли критериев качества одновременно объективные показатели (содержание примесей) и органолептические свойства, откуда вытекает потребность в едином критерии качества, основанном на экспертном мнении и имеющем числовое выражение. Методом функции Харрингтона был найден такой критерий, привязанный к модельному процессу фракционирования солодового дистиллята. Дистиллят готовился двойной перегонкой на установке «Доктор Губер» зрелой бражки из светлого солода, полученной с помощью реактивированных дрожжей «Дистиламакс MW» за 70 ч брожения при 24°C. Режим перегонки зрелой бражки был постоянным, но в ходе второй, фракционной, перегонки первый образец спирта делился на фракции по исходному (эталонному) режиму, а последующий образец фракционировался дробно, с шагом времени 20 мин, для оценки динамики выхода примесей: альдегидов, высших спиртов и эфиров. После определения примесей газохроматографическим методом находился обобщенный показатель по формуле линейной свертки значений концентрации примесей и соответствующих коэффициентов значимости. Коэффициенты находились с помощью набора нечетких правил, полученных методом функции Харрингтона. Тем самым логика коллегиального решения относительно первого, эталонного, и последующих, дробных, образцов дистиллята фиксировалась в виде упрощенной модели, и устанавливалась зависимость обобщенного показателя от времени сгонки, которая предоставляет обратную связь от экспертной оценки сенсорных характеристик дистиллята к режиму фракционной перегонки. Используя эту связь, возможно моделировать логику экспертной оценки дистиллята и так регулировать процесс фракционирования без дальнейшего сбора экспертного мнения.

Ключевые слова: фракционная перегонка, солодовый дистиллят, сенсорный профиль, обобщенный показатель, функция Харрингтона

Regulating a distilled malt spirit fractioning process using Harrington's desirability function

Vsevolod A. Romanov¹ dyvom@notsharingmy.info
Nadezhda V. Barakova¹ n.barakova@mail.ru

¹ ITMO University, 9 Lomonosova str., St. Petersburg, 190002, Russia

Abstract. In the study, a relation is found that eases the regulation of a distilled malt spirit fractionation process. The reasons are given for considering both the objective indicators (impurity content) and the organoleptic properties as quality criteria, which implies the need for a single quality criterion based on expert opinion and having a numerical expression. Using the Harrington desirability function method, such a criterion was found, tied to the model process of distilled malt spirit fractionation. The spirit was obtained by distilling twice on a Doctor Guber pot still a wash made from light barley malt and fermented with reactivated DistilaMax MW dry yeast for 70 hours at 24°C. The mode of distillation of the wash was constant, but during the second fractional distillation, the first sample of alcohol was divided into fractions according to the initial (reference) regime, and the next sample was fractionated in small batches, with a time step of 20 min, to estimate the dynamic uptake of by-products: aldehydes, esters, and higher alcohols. After impurity determination with gas chromatography, a generalized criterion was derived with the linear convolution formula from the by-product concentrations and the respective significance coefficients. The coefficients were found via a set of fuzzy rules constructed with the Harrington function method. The logic of collegial decisions regarding the first (standard) and the next (small batch) spirit samples was thus fixated in a simplified model, and the relation between stillage time and the generalized criterion was found, which provided feedback from the expert evaluated spirit sensory characteristics to the mode of fractioning. With the feedback loop, it is possible to model the logic of expert evaluation of the spirit and thus regulate the fractioning process without further need for expert evaluation.

Keywords: fractioning, distilled malt spirit, sensory profile, generalized criterion, Harrington function

Введение

Эффективность производства дистиллированного спирта во многом зависит от фракционной перегонки, изменяющей концентрации летучих веществ, в том числе большинства примесей, влияющих на органолептическое качество спирта. Теоретически путем опытных перегонок всегда можно добиться устойчивого состава дистиллята [1].

Для цитирования

Романов В.А., Баракова Н.В. Регулирование процесса фракционирования солодового дистиллята с применением функции Харрингтона // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 4. С. 219–224. doi:10.20914/2310-1202-2018-4-219-224

Следует отметить, что реальный процесс перегонки не подчиняется этому идеализированному правилу, и состав спиртовых паров, следовательно, и дистиллята, всегда иной, чем можно полагать из логически обоснованных экстраполяций. Предсказать эти явления в биотехнологическом эксперименте практически невозможно. Это делает контроль качества солодового дистиллята на стадии фракционной перегонки трудноосуществимым и длительным,

For citation

Romanov V.A., Barakova N.V. Regulating a distilled malt spirit fractioning process using Harrington's desirability function. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 219–224. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-4-219-224

т. к. точный химический анализ множества проб требует значительного времени [1, 2].

Эффективность пищевого производства вообще зависит от соблюдения заданных параметров качества на всей технологической цепи. Параметрами качества могут служить такие объективные показатели, как себестоимость продукта и производительность. Предполагается, что в первом случае технология должна минимизировать выбранный критерий, во втором – максимизировать.

Среди многих других промышленных изделий пищевые продукты выделяются тем, что для последних важно не только удовлетворение объективных потребностей человека, но и соответствие субъективным предпочтениям – гедонический фактор. Поэтому в производстве продукта с комплексным составом, который вызывает сложное вкусовое впечатление, важна ориентация на гедонический фактор, связанный с этим впечатлением.

В пищевой промышленности выделяется пять групп критериев качества: физические, физико-химические, физиологические (пищевая ценность), технологические, органолептические.

Что касается оценки качества, то для нее существуют два основных метода: дифференциальный и комплексный. Дифференциальный метод основан на использовании единичных показателей качества, значения которых соотносятся с эталонными. Также оценивается базисный уровень качества: текущее качество ниже базисного уровня, если хотя бы один из единичных показателей меньше его эталона.

Комплексный метод основан на применении обобщающего показателя качества продукции, который представляет собой функцию от единичного (группового, комплексного) показателя качества продукции, но в качестве обобщающего может быть использован главный показатель, отражающий основное назначение продукции, – интегральный или средневзвешенный [3].

Интегральный показатель применяется, чтобы установить суммарный полезный эффект от потребления продукции [4, 5]. Для его вычисления применяются свёрточные методы: линейный, геометрический и экспоненциальный. Показатель может включать весовые коэффициенты и скрытые переменные. Поскольку такие переменные трудно найти простыми расчетами, используются т. н. методы вычислительного интеллекта, к которым относятся методы ИИ и экспертные [6–9].

Экспертные методы и системы, основанные на рекомендациях квалифицированных экспертов, успешно применяются наряду с методами искусственного интеллекта, поскольку многие производственные задачи представляют собой многообразие, включающее целый срез смежных отраслей знаний и профессионального опыта. Ценным преимуществом в этом свете является то, что суждения экспертов логически обоснованы и проверяемы в отличие от ИИ, выдающего лишь числовые значения скрытых переменных.

Наиболее часто экспертный метод используется в оценке качества пищевого продукта, проводимой дегустаторами, с применением методов и условий, в определенной степени характеризующих точность и воспроизводимость результатов.

Сенсорный анализ позволяет сравнительно быстро оценивать качество сырья и продукции, при котором не требуется применение точных методов анализа.

Одним из методов сенсорного анализа является балльный метод, который позволяет найти уровень качества как по единичному, так и по интегральному показателю. Однако неизвестно, какой уровень качества должен служить целевым, поскольку возможности пищевого производства сильно различаются.

Поэтому как теоретическое, так и практическое значение имеет изучение биотехнологического производства на модельных процессах. Это предполагает, что на стадии проектирования технологии следует экспериментально установить максимум возможностей имеющегося сырья и оборудования по развитию выбранного целевого фактора данной продукции [3].

Гедоническому фактору принципиально не присуща формальная трактовка, поэтому в проект технологии можно заложить лишь общие требования к сенсорному профилю вида «сбалансированный, без явных пороков» и нестрого размеченную шкалу степени соответствия: «удовлетворяет требованиям», «не удовлетворяет», «удовлетворяет частично». Разработка технологии в этом случае предполагает изготовление экспериментальной партии для определения технологически доступных режимов и одновременно составления выборки образцов готовой продукции [5], а затем применение выборки как базиса экспертной оценки, которая в данном случае имитирует выбор модельного потребителя.

Один из пищевых продуктов, требования к сенсорному профилю которого в целом ясны, но трудно представимы в формальном виде, – солодовый дистиллят. Получается он двойной простой перегонкой зрелой бражки из соложенного

ячменя. Во время второй перегонки проводится разделение на три фракции: головную, среднюю, хвостовую. Конечным продуктом является средняя фракция, крепостью 60% и более, содержащая множество сенсорно значимых веществ, определяющих своеобразный сенсорный профиль дистиллята.

В головной фракции содержится наибольшее количество эфиров, переходящих и в среднюю фракцию. Поскольку эти вещества влияют на органолептику дистиллята, важно, чтобы большая часть эфиров осталась в головной фракции, но достаточное количество содержалось и в средней фракции.

В хвостовой фракции содержится наибольшее количество высших спиртов, которые также частично попадают в среднюю фракцию и влияют на сенсорные качества дистиллята.

Формирование сенсорного профиля начинается с переработки сырья (солода), параметры которого влияют на состав сусла, далее – ход брожения и в конечном счете – сенсорный профиль готового дистиллята [8, 9]. Поэтому данный эксперимент призван показать возможность подбором сырья определенного состава обеспечить формирование оптимального согласно экспертной оценке сенсорного профиля дистиллята.

Для работы с экспертными оценками часто используется нечеткая логика. Самое распространенное в биотехнологии применение нечеткой логики – установление градаций пригодности и непригодности тех или иных показателей [6].

Пусть далее такие характеристики обозначаются x . Тогда технологические режимы, позволяющие получить те или иные выходные показатели x , можно задать как:

$$f = \frac{1}{1 + \left(e^{\frac{a}{b}} e^{-x} \right)^b},$$

где f – функция x ; x – выходной показатель; e – основание натурального логарифма; a, b – произвольные коэффициенты.

Распространенным способом вычисления $f(x)$ является подбор независимых переменных a и b . Такой способ более удобен в автоматизированных вычислениях с использованием ИИ. Наряду с первым существует способ нахождения удовлетворительно достоверного аппроксиматора \hat{C} . Для этого можно использовать более простые формулы, в частности, линейной свертки [7].

Материалы и методы

Применялся светлый ячменный солод (таблица 1).

Таблица 1.

Физико-химические показатели солода

Table 1.

Physico-chemical characteristics of malt

Показатель Indicator	Значение Value
Влажность, % Humidity, %	9,3
Экстрактивность, % Extract, %	80,5
pH конгрессного сусла pH of the Congress wort	5,8
Белок, % Protein, %	10,6
Свободный α -аминный азот, г×дм ⁻³ Free α -amino nitrogen, g×dm ⁻³	154

Солод измельчался в двухвальцовой дробилке и смешивался с фильтрованной активированным углем водой температурой (45±1) °С в массовом соотношении 1,0:3,5 в оборудованном лопастной мешалкой аппарате. Смесь выдерживалась 1 ч при температуре (63±1) °С. Готовое сусло перекачивалось в фильтр-чан, снабженный шелевым ситом для поддержки фильтрующего слоя дробины, а затем направлялось сквозь фильтрующий слой обратно в аппарат, в котором велось затирание, осветляясь при перепаде давления 10 кПа.

Сухие дрожжи «Дистиламакс mw» после регидратирования дистиллированной водой температурой 35 °С (в количестве 10 см³×г⁻¹ дрожжей) вносили из расчета 1 г исходных сухих дрожжей на 1 дм³ сусла при 33 °С.

До, во время (один раз в сутки) и после брожения определялись: активная кислотность при помощи автоматического титратора «Метром-851 титрино-плюс» в режиме рН-метрии; содержание сухих веществ – на рефрактометре «Симадзу» PTR 46; количество сбраживаемых углеводов – методом йодометрического титрования; количество свободного α -аминного азота – методом снингидрином при длине волны 570 нм на фотометре «ЗОМЗ» КФК-3–01. Дополнительно измерялась крепость с помощью пикнометров.

Брожение продолжалось 68 ч при 24°С. Немедленно по окончании брожения зрелая бражка нагревалась до кипения при перемешивании для возмущения дрожжевого осадка и с двухступенчатым охлаждением паров водяным холодильником. При появлении конденсата в изливе холодильника начинался сбор дистиллята и завершался, когда текущая крепость падала ниже 2% об.

После получения двух идентичных дистиллятов из различного сырья по исходной методике, описанной выше, в образцах определялось содержание групп основных сенсорно значимых веществ: альдегидов, высших спиртов, метилового спирта и эфиров, а также крепость.

Концентрации сенсорно значимых веществ определялись на хроматографе «Кристалл-2000 М» с дозатором ДАЖ-2 М и колонкой «Хьюлетт-Паккард» FFAP в фазе 99,999% азота (ос. ч.) Для расчета концентраций выбирались пики с расхождением $\leq 10\%$.

В одном из образцов при второй (фракционной) перегонке сбор дистиллята также начинался с момента начала конденсации, но один раз в 20 минут сборник погона опорожнялся, в результате чего после 200 мин перегонки с постоянным выходом дистиллята $0,1 \text{ дал} \times \text{ч}^{-1}$ было получено одиннадцать образцов текущего погона, в которых также определялось содержание сенсорно значимых веществ и крепость (таблицы 3 и 4).

Планирование сенсорного профиля солодового дистиллята возможно только тогда, когда известна зависимость между изменениями параметров технологии дистиллята и вытекающими из них вариациями сенсорного профиля. Такие зависимости в ходе настоящего исследования получались методом функции Харрингтона, в котором главным выходным показателем эксперимента и непосредственным критерием оценки служат частные показатели (произведение наиболее важных объективных показателей и соответствующих коэффициентов значимости) и единый обобщенный показатель \hat{C} – сумма частных показателей [3]. Первым для сенсорного профиля дистиллята, полученного с исходными параметрами технологических режимов, определялся обобщенный показатель, который принимался за эталон. К нему должен был стремиться обобщенный показатель сенсорного профиля дистиллята из другого солода

Поскольку целью эксперимента не было нахождение корреляций между составом сырья и конкретными показателями дистиллятов, а только между составом сырья и экспертной

оценкой сенсорных характеристик, определялся обобщенный показатель \hat{C} сенсорных качеств эталонного дистиллята из исследуемого солода, что позволило учесть общую приемлемость сенсорных характеристик и отразить относительную значимость каждой характеристики для общей картины с помощью коэффициентов значимости μ .

Для определения коэффициентов проводилась сессия сбора экспертного мнения [10]. Показатели эталонного дистиллята и соответствующие коэффициенты сведены в таблицу 2.

Таблица 2.
Экспертная оценка эталонного дистиллята

Table 2.
Expert evaluation of the reference distillate

Показатель, мг/дм ³ Indicator, mg / dm ³	Значение Value	Коэффициент значимости μ Significance factor μ
Сложные эфиры Ester	42,0	1,00
Ацетальдегид Acetaldehyde	35,4	0,20
Высшие спирты Higher alcohols	1896,2	0,20
Обобщенный показатель \hat{C} The generalized index C	492,0	

Результаты и обсуждение

После замены сырья эталонного дистиллята на новое получался другой дистиллят с «дробным» фракционированием, как описано выше. Физико-химические показатели образцов, полученных при этом, приведены в таблице 3. Они также оценивались с привлечением экспертного мнения.

Таблица 3.
Концентрации примесей и обобщенные показатели сенсорного профиля образцов фракционного дистиллята

Table 3.
Impurity concentrations and generalized criteria of fractionated distillate samples

	Крепость Concentration	Средние эфиры Esters	Высшие спирты Higher alcohols	Альдегиды Aldehydes	Обобщенный показатель \hat{C} Generalized index C
μ		1,0	0,2	0,2	
	94,7	11,6	120,5	0,3	35,76
	90,2	14,3	510,1	0,1	116,34
	87,6	19,8	606,7	0,7	141,28
	83,4	16,0	885,2	2,3	193,50
	82,8	22,2	914,0	1,4	205,28
	78,8	30,9	931,8	1,0	217,46
	77,0	18,3	1143,6	0,8	247,18
	69,2	10,0	1276	1,2	265,44
	66,0	22,9	1650,3	1,6	353,28
	62,4	30,4	1722,5	5,2	375,94
	55,6	21,1	1980,8	3,4	417,94
51,2	37,4	2324,3	2,2	502,70	

Из данных таблицы 3 следует, что сенсорный профиль в итоге сравнялся по приемлемости с эталонным дистиллятом (и эталонное, и новое значение близко 500). Также видно, что содержание альдегидов и эфиров в образцах текущего погона заметно колеблется, хотя концентрация альдегидов остается небольшой в абсолютном выражении. В то же время значение обобщенного показателя сенсорного профиля не склонно к колебаниям. Это объясняется тем, что при расчете обобщенного показателя текущего образца фракционного дистиллята оценивается цельная картина приемлемости сенсорного профиля. Также можно заметить, что характер зависимости обобщенного показателя сенсорного профиля от количества примесей аддитивен, поэтому основной вклад вносит (несмотря на понижающий коэффициент 0,2) содержание высших спиртов в текущем погоне, которое постоянно растет в отличие от содержания альдегидов и эфиров.

Также при сравнении обобщенных показателей было обнаружено, что фракционированные образцы делятся на четыре группы по обобщенному показателю сенсорного профиля: 110–140; 190–220; 250–260; > 350. Это говорит о том, что зависимость обобщенного показателя сенсорного профиля фракционного дистиллята от времени имеет почти линейные участки. Следовательно, режим фракционирования может быть изменен на один шаг по оси времени в ту или другую сторону для компенсации несоответствия показателей сырья, а равно полупродуктов, полученных на всех технологических стадиях, и возвращения сенсорным показателям продукции требуемого уровня приемлемости, т. е. доведения обобщенного показателя до эталона, в данном случае – 492 (таблица 3).

Коррекция сенсорного профиля на данной стадии ведется следующим образом. Не обращаясь вновь к экспертному мнению, можно оперативно принять решение об изменении режима

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Christoph N., Bauer-Christoph C. Flavour of spirit drinks: raw materials, fermentation, distillation, and ageing // *Flavours and Fragrances: Chemistry, Bioprocessing and Sustainability*; ed. Berger R.G. Springer, 2007. P. 219–240.
- 2 Robichaud J., Bleibaum R.N., Thomas H. Cracking the consumer code linking winemakers to consumers to increase brand loyalty // *Proceedings of the 13th Australian Wine Industry Technical Conference*. 2005.
- 3 ГОСТ 15467–79. Управление качеством продукции. Основные понятия, термины и определения. М.: Стандартинформ, 2009.

фракционирования (досрочном прерывании или, напротив, продолжении процесса).

Теперь возможно приступить к коррекции изменением режима фракционирования, используя экспериментально найденную корреляцию (рисунок 1), аналогичную описанной, для приведения концентраций примесей к вновь установленному требуемому значению.

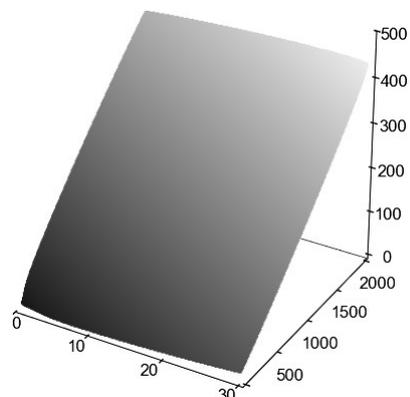


Рисунок 1. График зависимости обобщенного показателя сенсорного профиля от концентрации высших спиртов и эфиров в образцах

Figure 1. Graph of dependence of generalized indicator of sensory profile on concentration of higher spirits and ethers in samples

Выводы

Предложенный метод оценки качества через обобщенный целевой показатель, учитывающий как органолептическую оценку продукта, так и его объективные показатели, которые, в свою очередь, связаны с технологическим процессом (в данном случае – фракционной перегонкой), возможно применять на любой стадии технологии солодового дистиллята при условии, что предварительно получена зависимость обобщенного показателя продукта данной стадии от технологических режимов, влияющих на сенсорные качества. Далее обращение к экспертам не понадобится, т. к. найденная зависимость моделирует оценку ими любого сходного образца.

4 Дилигенский Н.В., Дымова Л.Г., Севастьянов П.В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология. М.: Машиностроение-1, 2004. 488 с.

5 Григорьева А.А., Григорьева А.П. Математическое обеспечение информационной системы оценки инноваций на базе теории нечетких множеств // *Инновационные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов Международной научно-практической конференции*. Томск: Томский политехнический университет, 2012. Т. 2. С. 77–79.

6 РД 50.1.028. Методология функционального моделирования IDEF0. М.: ИПК издательство стандартов, 2014. 75 с.

7 Володин А.А. Системный анализ и управление сложными биосистемами на базе нейронечетких регуляторов. Ставрополь: СКФУ, 2014. 214 с.

8 Jaeger S.R., Cardello A.V., Chheang S.L., Beresford M.K. et al. Holistic and consumer-centric assessment of beer: A multi-measurement approach // Food Research International. 2017. V. 99. № 1. P. 287–297. doi: 10.1016/j.foodres.2017.05.004

9 Востриков С.В., Коростелев А.В., Кучменко Т.А. и др. Изучение состава ароматообразующих компонентов спирта-виски с помощью сенсорных систем с искусственным интеллектом // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2010. № 4. С. 46–48.

10 Романов В.А., Баракова Н.В. Подбор технологических параметров для получения солодового дистиллята с наиболее приемлемым сенсорным профилем // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2017. № 4 (34). С. 53–60.

REFERENCES

1 Christoph N., Bauer-Christoph C. Flavour of spirit drinks: raw materials, fermentation, distillation, and ageing. Flavours and Fragrances: Chemistry, Bioprocessing and Sustainability; ed. Berger R.G. Springer, 2007. pp. 219–240.

2 Robichaud J., Bleibaum R.N., Thomas H. Cracking the consumer code linking winemakers to consumers to increase brand loyalty. Proceedings of the 13th Australian Wine Industry Technical Conference. 2005.

3 GOST 15467–79. Upravlenie kachestvom produktsii. Osnovnye ponyatiya, terminy i opredeleniya [State Standard 15467–79. Product quality management. Basic concepts, terms and definitions]. Moscow, Standartinform, 2009. (in Russian).

4 Diligensky N.V., Dymova L.G., Sevast'yanov P.V. Nечetkoe modelirovanie i mnogokriterial'naya optimizatsiya

proizvodstvennykh sistem v usloviyakh neopredelennosti: tekhnologiya, ehkonomika, ehkologiya [Fuzzy modeling and multicriterial optimization of production systems under uncertainty: technology, economy, ecology]. Moscow, Mashinostroyeniye-1, 2004. 488 p. (in Russian).

5 Grigor'eva A.A., Grigor'eva A.P. Mathematical background of a fuzzy set based system for innovation assessment. Innovacionnye tekhnologii i ehkonomika v mashinostroyeniye [Innovative technologies and economics in engineering: a collection of works of the International Scientific and Practical Conference]. Tomsk, Tomsk Polytechnic University, 2012. vol. 2. pp. 77–79. (in Russian).

6 RD 50.1.028. Metodologiya funktsional'nogo modelirovaniya IDEF0 [RD 50.1.028. Methodology of functional modeling IDEF0]. Moscow, IPK Publishing Standards, 2014. 75 p. (in Russian).

7 Volodin A.A. Sistemnyj analiz i upravlenie slozhnymi biosistemami na baze nejro-nechetkih regulyatorov [System analysis and control of complex systems with neuro-fuzzy controllers]. Stavropol, North Caucasus Federal University, 2014. 214 p. (in Russian).

8 Jaeger S.R., Cardello A.V., Chheang S.L., Beresford M.K. et al. Holistic and consumer-centric assessment of beer: A multi-measurement approach. Food Research International. 2017. vol. 99. no. 1. pp. 287–297. doi: 10.1016/j.foodres.2017.05.004

9 Vostrikov S.V., Korostelyov A.V., Kuchmenko T.A. et al. A study of whisky spirit flavour active compounds with artificial intelligence sensory systems. *Proizvodstvo spirta i likerovodochnykh izdelij* [Manufacture of ethanol and infusion beverages]. 2010. no. 4. pp. 46–48. (in Russian).

10 Romanov V.A., Barakova N.V. Choosing processing parameters for obtaining a distilled malt spirit with maximum sensory profile acceptability. *Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya "Processy i apparaty pishchevykh proizvodstv"* [Scientific journal NRU ITMO. A series of "Processes and devices of food production"]. 2017. no. 4 (34). pp. 53–60. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Всеволод А. Романов аспирант, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 190002, Россия, dyvom@notsharingmy.info

Надежда В. Баракова к.т.н., доцент, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 190002, Россия, n.barakova@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Всеволод А. Романов написал рукопись, отредактировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Надежда В. Баракова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 29.08.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 25.10.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vsevolod A. Romanov graduate student, department of biotechnology of products from vegetable raw materials, ITMO University, Lomonosova str., 9, St.Petersburg, 191002, Russia, dyvom@not-sharingmy.info

Nadezhda V. Barakova Cand. Sci. (Engin.), department of biotechnology of products from vegetable raw materials, ITMO University, Lomonosova str., 9, St.Petersburg, 191002, Russia, n.barakova@mail.ru

CONTRIBUTION

Vsevolod A. Romanov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Nadezhda V. Barakova consulting the researcher

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.29.2018

ACCEPTED 10.25.2018