

УДК 663.542:658.5

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ДИСТИЛЛЯТА ИЗ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА. Часть 2. Баланс распределения летучих компонентов по фракциям

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: 16.02.2017

Дата принятия в печать: 17.04.2017

Аннотация. Дистилляция представляет собой сложный физико-химический процесс, заключающийся в концентрировании этанола с направленным регулированием состава летучих компонентов в продукте (дистилляте). Условия перехода летучих компонентов в дистиллят зависят от многих факторов. К таким факторам относятся коэффициент испарения вещества, растворимость вещества в этаноле различной концентрации, взаимная растворимость веществ в многокомпонентной системе, коэффициент ректификации. Цель настоящей работы состояла в изучении баланса распределения летучих компонентов по фракциям в процессе фракционированной дистилляции сброженного суслу из топинамбура на установке прямой сгонки кубового типа. Показано, что увеличение длительности процесса сбраживания и проведение предварительного осахаривания суслу из клубней топинамбура приводит к повышению содержания метанола во фракциях дистиллята. Установлено, что при принятых режимах работы дистилляционной установки основная часть метанола концентрируется в средней фракции. Показано, что в процессе дистилляции сброженного суслу из топинамбура происходит новообразование ацетальдегида и этилацетата, соответственно, на 24–41 % и в 2,5–3,8 раз. Четкой зависимости данных по балансу распределения ацетальдегида и этилацетата по фракциям от способа подготовки сырья к дистилляции и длительности процесса сбраживания не выявлено. Установлено, что не зависимо от способа подготовки сырья к дистилляции и длительности процесса сбраживания, в среднюю фракцию переходит подавляющее количество 1-пропанола, изобутанола и изоамилола. Сумма данных высших спиртов составляет в средней фракции 74,6–96,9 % от их содержания в сброженном сусле. Суммарное содержание фенилэтилового спирта, придающего дистилляту цветочно-медовые оттенки в аромате, во фракциях составляет от 11 до 25 % от его количества в сусле. При этом, в основном, он концентрируется в хвостовой фракции. Возврат хвостовой фракции в очередную порцию перегоняемого материала позволит повысить содержание фенилэтилового спирта в дистилляте.

Ключевые слова. Топинамбур, фракционированная дистилляция, летучие компоненты, новообразование летучих компонентов

SOME ASPECTS OF DISTILLATE PRODUCTION FROM JERUSALEM ARTICHOKE TUBERS. Part 2. Balance of distribution of volatile compounds between fractions

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: 16.02.2017

Accepted: 17.04.2017

Abstract. Distillation is a complex physico-chemical process consisting of ethanol concentrating and controlled regulation of volatile compound content in the product (distillate). Conditions of passing of volatile compounds into the distillate depend on many factors. These factors include the evaporation coefficient of the compound, its solubility in various ethanol concentrations, compounds' mutual solubility in a multicomponent system, the rectification coefficient. The purpose of this research is to study the balance of distribution of volatile compounds between fractions ("cuts") during distillation of fermented Jerusalem artichoke wort in a water-bath distilling plant. It has been discovered that extending of fermentation process and pre-saccharifying of the Jerusalem artichoke wort lead to methanol concentration increase in the distillate fractions. It has been discovered that the main part of methanol concentrates in the medium fraction. It is shown that during fermented wort distillation neoplasm of acetaldehyde and ethyl acetate takes place by 24–41% and 2.5–3.8 times. The clear dependence of acetaldehyde and ethyl acetate balance between the factions of the distillate on the method of raw material preparation and the time of fermentation has not been found. It has been found that overwhelming amount of 1-propanol, isobutanol and isoamyl goes to the middle fraction irrespective to the method of the raw material preparation for distillation and time of fermentation. Total amount of higher alcohols in the medium fraction is 74.6–96.9% to their concentration in fermented wort. Total amount of phenylethyl alcohol, a compound that gives the distillate flowery tones and the scent of honey, in the fractions is 11–25% to its initial concentration in the wort, herewith it concentrates in the tail fraction. The return of the tail fraction to a new portion of the distilled wort allows increasing the amount of phenylethyl alcohol in the distillate.

Keywords. Jerusalem artichoke, fractional distillation, volatile compounds, neoplasm of volatile compounds

Введение

Дистилляция – сложный физико-химический процесс, цель которого заключается в концентрировании этилового спирта с направленным регулированием состава летучих компонентов, формирующих качество конечного продукта.

Очистка спирта от летучих компонентов или их накопление в спирте при дистилляции основана на различии коэффициентов испарения или ректификации. Коэффициент испарения K_i представляет собой отношение концентрации вещества в парах к концентрации его в жидкости в момент установления равновесия. Отношение коэффициента испарения какого-либо летучего компонента к коэффициенту испарения этилового спирта называется коэффициентом ректификации K_r . Коэффициенты испарения и ректификации примесей зависят от концентрации этанола в водном растворе, из которого выделяются примеси. Считается, что все известные примеси по их летучести можно разделить на четыре группы: головные, промежуточные, хвостовые и концевые (преимущественно остающиеся в барде) [1].

К головным примесям относят те, которые обладают большей летучестью, т. е. большим коэффициентом испарения, чем этиловый спирт при всех концентрациях его в растворе. Основные представители головных примесей – ацетальдегид, изобутиральдегид, кетоны, муравьиноэтиловый, уксуснометиловый, уксусноэтиловый и диэтиловый эфиры.

Летучесть хвостовых примесей всегда, при любой концентрации этанола, меньше летучести этилового спирта, поэтому хвостовые примеси в смеси со спиртоводной жидкостью могут рассматриваться как труднолетучий компонент (ТЛК). Они концентрируются в хвостовой фракции, и значительная их часть удаляется из технологического процесса с остатком производства – бардой. Типичными хвостовыми примесями являются, например, уксусная кислота, фурфурол, β -фенилэтиловый спирт.

Промежуточные примеси обладают двойными свойствами: при высоких концентрациях этанола они имеют характер хвостовых примесей, при низких, напротив, характер головных примесей. Основные представители промежуточных примесей – сивушные масла: изоамиловый, изобутиловый, пропиловый спирты, и высококипящие эфиры: изо-валерианоизоамиловый, уксусноизоамиловый, изо-валерианоэтиловый и др.

Для концевых примесей, как и для промежуточных, характерна летучесть в локальных условиях, однако в противоположность им концевые примеси имеют коэффициент ректификации $K_r < 1$ при низких концентрациях и $K_r > 1$ при высоких. Характерной концевой примесью, с точки зрения ректификации, является метанол.

Присутствие многих летучих компонентов в перегоняемой среде оказывает влияние на коэффициент ректификации каждой из них. На результатах перегонки сказывается также растворимость при-

меси в этиловом спирте и водно-спиртовых растворах различной концентрации, а также взаимная растворимость различных примесей.

В целом, условия перехода летучих компонентов в дистиллят зависят от многих факторов: от их растворимости в этиловом спирте и водно-спиртовых растворах различной концентрации; от взаимной растворимости; от значений коэффициентов испарения и ректификации. Последние зависят, как от состава летучих компонентов, так и от их содержания в перегоняемой среде по отношению к концентрации этилового спирта. Кроме того, установлено, что процесс распределения летучих компонентов по фракциям дистиллята зависит от способов дистилляции и ее режимных параметров [2, 3, 4]. Различия в поведении летучих компонентов накладывают отпечаток на органолептические характеристики отдельных фракций, отбираемых в процессе дистилляции, и на их выход [5, 6, 7].

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследования использовали сброженное сусло, подготовленное к дистилляции по двух- и одностадийному способам, и фракции, полученные в процессе его дистилляции.

Дистилляцию осуществляли на установке периодического действия прямой сгонки кубового типа, снабженной укрепляющей колонной с тремя колпачковыми тарелками и дефлегматором, расположенном в верхней части колонны, по режимным параметрам: температура греющих паров 100–110 °С, давление – не более 0,1 мПа.

Качественный и количественный состав летучих компонентов в сброженном сусле и фракциях дистиллята из топинамбура определяли методом газовой хроматографии на приборе «Кристалл 5000.1» («Хроматек», Россия) по действующей методике [8].

Результаты и их обсуждение

В настоящей работе для перегонки сброженного сусла из клубней топинамбура использовали схему, предусматривающую однократную дистилляцию с фракционированием на головную, среднюю и хвостовую фракции. Данные по динамике изменения концентрации основных летучих компонентов при дистилляции, приведенные в первой части работы, позволили рассчитать баланс их распределения по фракциям. При этом среднюю фракцию получали путем объединения фракций Ф2-Ф5.

В табл. 1 и 2 приведены исходные данные к расчету баланса распределения летучих компонентов по фракциям. Содержание летучих компонентов в сусле соответствовало их количеству, в мг, в объеме безводного спирта, полученного в результате дистилляции сброженного сусла, полученного из 10 кг клубней топинамбура. При расчете количества компонентов во фракциях Ф1; Σ Ф2-Ф5 и Ф6 учитывался объем отдельных фракций и их крепость.

Исходные данные к расчету баланса распределения летучих компонентов при дистилляции по фракциям (двухстадийный способ)

Содержание летучих компонентов, мг	Образец 1				Образец 2			
	Сусло	Ф1	$\Sigma\Phi2-\Phi5$	Ф6	Сусло	Ф1	$\Sigma\Phi2-\Phi5$	Ф6
Ацетальдегид	45	42	14	1	114	114	45	2
Этилацетат	37	109	30	1	37	68	25	1
Метанол	2525	348	1933	368	3545	442	3144	424
Высшие спирты, в т.ч.:	2290	236	2219	51	2145	116	1600	23
- 1-пропанол	364	53	485	24	427	30	383	12
- изобутанол	830	111	787	12	557	49	506	4
- изоамилол	1096	72	947	15	1161	37	711	7
Энантовый эфир	13	3	15	-	23	2	22	-
Фенилэтиловый спирт	79	1	5	14	142	-	5	11
Сумма летучих компонентов*	5060	772	4253	438	6055	798	4892	467

Таблица 2

Исходные данные к расчету баланса распределения летучих компонентов при дистилляции по фракциям (одностадийный способ)

Содержание летучих компонентов, мг	Образец 3				Образец 4			
	Сусло	Ф1	$\Sigma\Phi2-\Phi5$	Ф6	Сусло	Ф1	$\Sigma\Phi2-\Phi5$	Ф6
Ацетальдегид	208	248	44	3	134	131	45	3
Этилацетат	48	105	26	1	45	109	30	1
Метанол	2716	512	2534	478	2927	494	2678	525
Высшие спирты, в т.ч.:	1701	133	1425	17	1759	156	1500	25
- 1-пропанол	301	29	279	9	289	33	307	12
- изобутанол	432	62	506	3	477	71	504	5
- изоамилол	968	42	640	5	993	52	689	8
Энантовый эфир	17	2	19	-	18	3	22	-
Фенилэтиловый спирт	79	1	3	14	74	-	4	14
Сумма летучих компонентов*	4846	1058	4096	519	5080	932	4325	575

Примечание. В табл. 1, 2 при расчете суммы летучих компонентов учитывались все идентифицированные примеси, некоторые из них в иллюстративный материал не включены

Данные, представленные в табл. 1 и 2, свидетельствуют, что увеличение длительности процесса сбраживания и проведение предварительного осахаривания суслу из клубней топинамбура приводит к повышению содержания метанола в сброженном сусле и, как следствие, к увеличению его содержания во фракциях дистиллята. При этом отмечено максимальное содержание метанола во фракциях образца № 2, полученного двухстадийным способом подготовки сырья к дистилляции при длительности сбраживания – 3-е суток. При той же длительности процесса сбраживания суслу, подготовленного одностадийным способом (образец № 3), содержание метанола во фракциях оказалось ниже на 12 %. Вероятно, данный факт связан с переходом части протопектина сырья в растворимое состояние при водно-тепловой и ферментативной обработке топинамбура в процессе осахаривания (при температуре 50–55 °С в течение 3 часов).

Представленные табличные данные показывают, что в процессе дистилляции сброженного суслу из топинамбура, основная часть такого труднолету-

чего компонента как фенилэтиловый спирт остается в отходе производства – барде. Суммарное содержание фенилэтилового спирта во фракциях составляет в среднем 11–25 % от его количества в сусле, при этом данная примесь концентрируется, в основном, в хвостовой фракции Ф6. При этом известно, что фенилэтиловый спирт придает дистилляту цветочно-медовые оттенки в аромате, что положительно сказывается на сенсорном восприятии конечного продукта. С целью обогащения дистиллятов и напитков на их основе, к примеру, коньяка, виски, бренди, плодовых водок, хвостовая фракция часто добавляется в очередную порцию перегоняемого материала [5, 9]. С учетом выявленного факта и расчета суммы летучих компонентов в сусле и во фракциях установлено, что процесс дистилляции сброженного суслу, полученного из свежих клубней топинамбура двумя ранее описанными способами подготовки сырья, сопровождается новообразованием летучих компонентов. Их количество, в зависимости от варианта возрастает на 3,8–18,3 % (табл. 3).

Исходные данные к расчету процесса новообразования летучих компонентов при дистилляции суслу из топинамбура

Показатели	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Содержание летучих компонентов в сусле (m_1), мг	5060	6055	4846	5080
Суммарное содержание летучих компонентов во фракциях: Ф1, Σ Ф2-Ф5, Ф6, мг	5463	6157	5673	5832
Количество фенилэтилового спирта в барде, мг	59	126	61	56
Содержание летучих компонентов во фракциях с учетом потерь фенилэтилового спирта с бардой (m_2), мг	5522	6283	5734	5888
Новообразование (Н), %	9,1	3,8	18,3	15,9

Примечание. $H = \left(\frac{m_2}{m_1} * 100 \right) - 100$.

Известно [9, 10, 11], что источниками новообразования в процессе дистилляции, являются летучие и нелетучие компоненты перегоняемого продукта. Основные процессы новообразований, проходящих в кубе установки, приводят к обогащению дистиллятов эфирами, альдегидами, ацетальдами и высшими спиртами.

Проведенные исследования при изучении процесса дистилляции сброженного суслу из топинамбура – нового, перспективного для производства спиртных напитков сырья, показали, что основными летучими компонентами при новообразовании являются ацетальдегид и этилацетат. Повышение их содержания во фракциях по сравнению с количеством в сброженном сусле составило, соответственно, на 24–41% и в 2,5–3,8 раз.

Приведенные в табл. 1 и 2 данные позволили рассчитать баланс распределения основных летучих компонентов по фракциям. Установлено (рис. 1), что ацетальдегид – один из наиболее летучих компонентов сброженного суслу, концентрируется в головной фракции (93,3–119,2 % от исходного в сброженном сусле). Вместе с тем, при принятом объеме отбора данной фракции (в среднем 80 см³), содержание ацетальдегида в средней фракции колеблется в довольно широких

пределах – от 21,2 до 39,5 % от исходного в сусле. Известно, что повышенное содержание ацетальдегида может негативно сказаться на органолептических характеристиках дистиллята. Лучшим, по данному показателю является образец № 3, полученный по одностадийному способу переработки топинамбура и сброживанию в течение 3-х суток. С целью улучшения качественных показателей других образцов по содержанию ацетальдегида можно увеличить объем отбираемой головной фракции. Однако такой прием приведет к снижению выхода средней фракции дистиллята, а, следовательно, он экономически нецелесообразен.

Расчет баланса распределения этилацетата при дистилляции по фракциям (рис.2) позволил установить, что его содержание в головной фракции варьируется в пределах 183,8–294,6 % от исходного в сброженном сусле, в средней фракции – составляет от 54,2 до 81,1 %. Полученные данные свидетельствуют о хорошей степени разделения этилацетата на фракции, что позитивно характеризует процесс, т.к. повышенное содержание данного компонента может снизить органолептические характеристики спиртного напитка [12].

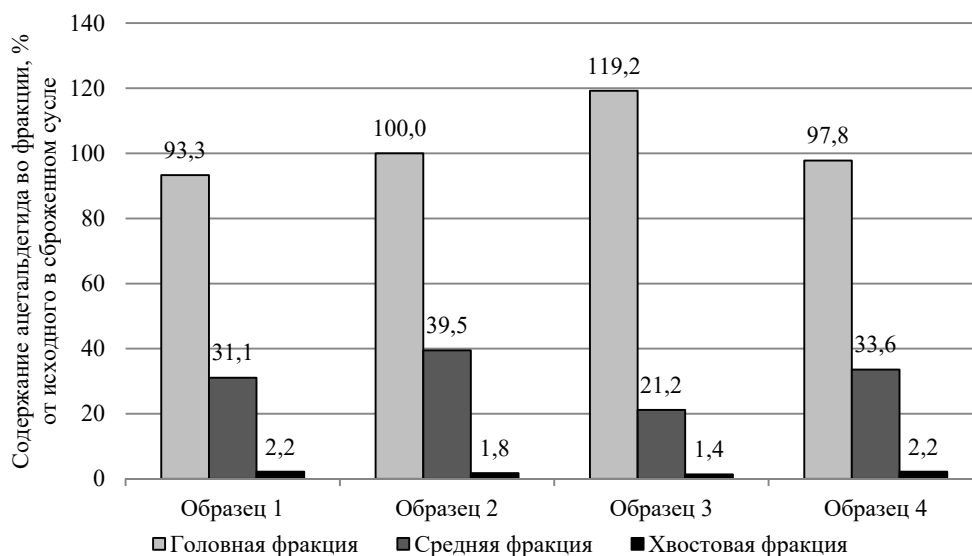


Рис. 1. Баланс распределения ацетальдегида по фракциям при дистилляции сброженного суслу из топинамбура

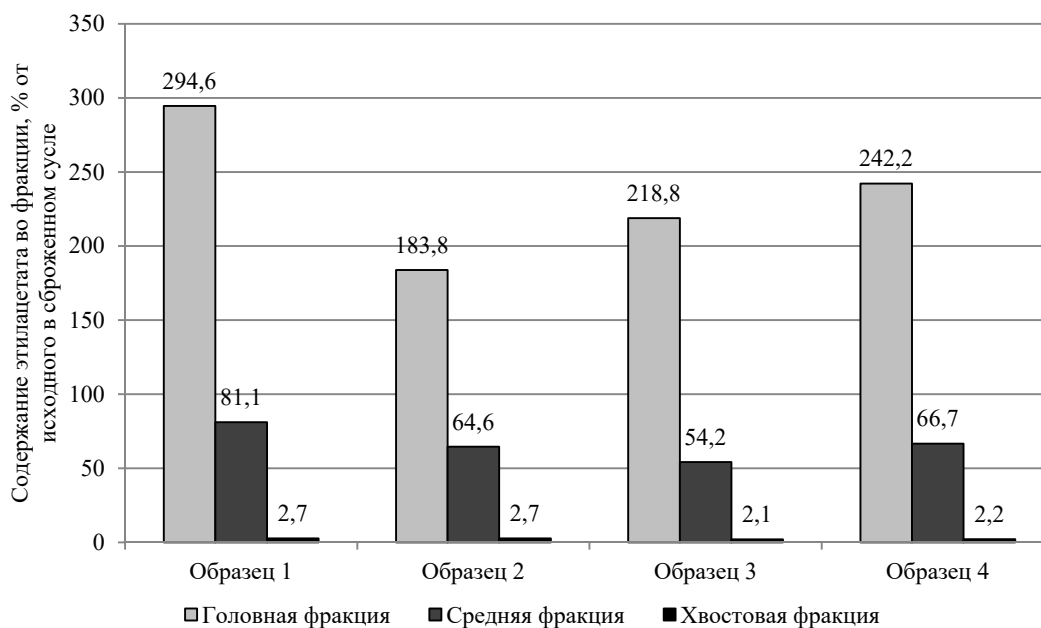


Рис. 2. Баланс распределения этилацетата по фракциям при дистилляции сброженного сусли из топинамбура

В целом, четкой зависимости данных по балансу распределения ацетальдегида и этилацетата по фракциям от способа подготовки сырья к дистилляции и длительности процесса сбраживания не выявлено.

Баланс распределения метанола при дистилляции по фракциям, приведенный на рис. 3, свидетельствует о том, что при принятых режимных параметрах основная часть метанола концентрируется в средней фракции. Так как содержание метанола в спиртных напитках является определяющим показателем их безопасности, его значение в продукте строго регламентируется [13]. Особое значение этот показатель имеет для контроля качества спиртных напитков, полученных из сырья, богатого пектиновыми веществами. В связи с вышесказан-

ным, в дальнейших исследованиях, касающихся вопросов разработки новой технологии спиртных напитков из топинамбура, необходимо провести дополнительные исследования по оптимизации процесса дистилляции.

Баланс распределения высших спиртов при дистилляции по фракциям (рис. 4) показывает, что, независимо от способа подготовки сырья к дистилляции и длительности процесса сбраживания, в среднюю фракцию переходит подавляющее количество 1-пропанола, изобутанола и изоамилола. Сумма данных высших спиртов составляет в средней фракции 74,6÷96,9 % от их исходного содержания в сброженном сусле. Четкой зависимости распределения отдельных спиртов от выше указанных факторов не выявлено.

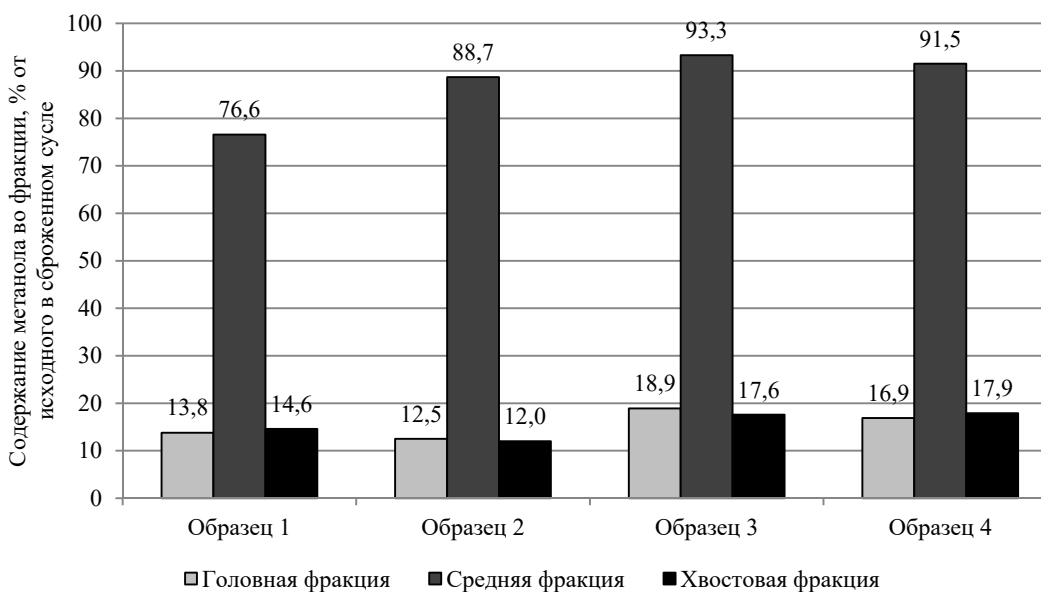


Рис. 3. Баланс распределения метанола по фракциям при дистилляции сброженного сусли из топинамбура

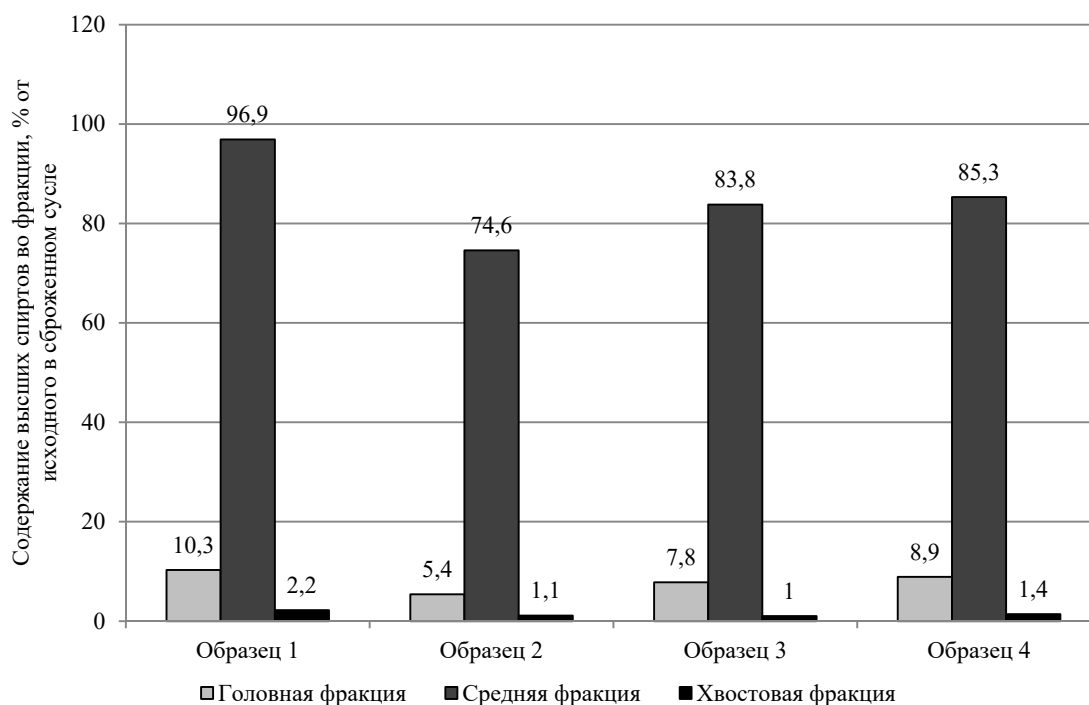


Рис. 4. Баланс распределения высших спиртов по фракциям при дистилляции сброженного сусле из топинамбура

Таким образом, приведенный баланс распределения летучих компонентов при дистилляции сброженного сусле из свежих клубней топинамбура позволяет прогнозировать выход и качество полу-

чаемого дистиллята путем регулирования объема отбираемых головной и хвостовой фракций. Результаты дальнейших исследований будут представлены в третьей части работы.

Список литературы

1. Технология спирта / под ред. Яровенко В.Л. – М: Колос, 2002. – 464 с.
2. Песчанская, В.А. Влияние скорости дистилляции на процесс получения зернового дистиллята / В.А. Песчанская, Л.Н. Крикунова, Е.В. Дубинина // Пиво и напитки. – 2015. – № 4. – С. 28–30.
3. Песчанская, В.А. Сравнительная характеристика способов производства зерновых дистиллятов / В.А. Песчанская, Л.Н. Крикунова, Е.В. Дубинина // Пиво и напитки. – 2015. – № 6. – С. 40–43.
4. Песчанская, В.А. Влияние длительности нагрева сброженного сусле на выход и качественные характеристики зерновых дистиллятов / В.А. Песчанская, Л.Н. Крикунова, Е.В. Дубинина // Пиво и напитки. – 2016. – № 3. – С. 36–39.
5. Ли, Э. Спиртные напитки: Особенности брожения и производства / Э. Ли, Дж. Пиготт; пер. с англ.; под общ. ред. А.Л. Панасюка. – СПб.: Профессия, 2006. – 552 с.
6. Динамика распределения летучих компонентов при дистилляции вишневой мезги / Л.А. Оганесянц [и др.] // Виноделие и виноградарство. – 2016. – № 2. – С. 9–13.
7. The role of distillation on the quality of tequila / R. Prado-Ramirez, V. González-Alvarez, C. Pelayo-Ortiz, N. Casillas, M. Estarrón, H.E. Gómez-Hernández // International Journal of Food Science and Technology. – 2005. – № 40. – Pp. 701–708.
8. 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.
9. Мартыненко, Э.Я. Технология коньяка / Э.Я. Мартыненко. – Симферополь: Таврида, 2003. – 320 с.
10. Gueven, A. Chemical fingerprints of Raki: a traditional distilled alcoholic beverage / A. Gueven // Journal of Institute of Brewing and Distilling. – 2013. – № 119. – Pp. 126–132.
11. Claus, M.J. Fruit brandy production by batch column distillation with reflux / M.J. Claus, K.A. Berglund // Journal of Food Process Engineering. – 2005. – № 28. – Pp. 53–67.
12. Дубинина, Е.В. Исследование корреляционной зависимости между органолептической оценкой и содержанием летучих компонентов плодовых водок / Е.В. Дубинина, Г.А. Алиева // Виноделие и виноградарство. – 2015. – № 3. – С. 29–34.
13. Техническое регулирование производства и оборота винодельческой продукции и спиртных напитков. Регламенты Европейского союза / Под ред. Л.А. Оганесянца, А.Л. Панасюка – М.: Промышленно-консалтинговая группа «Развитие» по заказу ГУ ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности, 2009. – 200 с.

References

1. Yarovenko V.L. (ed.) *Tekhnologiya spirta* [Technology of alcohol]. Moscow: Kolos Publ., 2002. 464 p.

2. Peschanskaya V.A., Krikunova L.N., Dubinina E.V. Vliyanie skorosti distillyatsii na protsess polucheniya zernovogo distillyata [Effect of Speed of Distillation on Process of Getting Grain Distillate]. *Pivo i napitki* [Beer and Beverages], 2015, no. 4, pp. 28–30.
3. Peschanskaya V.A., Krikunova L.N., Dubinina E.V. Sravnitel'naya kharakteristika sposobov proizvodstva zernovykh distillyatov [Comparative Characteristics of Methods of Grain Distillates Production]. *Pivo i napitki* [Beer and Beverages], 2015, no. 6, pp. 40–43.
4. Peschanskaya V.A., Krikunova L.N., Dubinina E.V. Vliyanie dlitel'nosti nagreva sbrozhennogo susla na vykhod i kachestvennyye kharakteristiki zernovykh distillyatov [Effect of Duration of Heating the Fermented Mash on the Yield and Quality of Characteristics of Grain Distillates]. *Pivo i napitki* [Beer and Beverages], 2016, no. 3, pp. 36–39.
5. Li E., Piggott Dzh. *Fermented Beverage Production*. 2nd ed. New York Kluwer Acad., 2003. 552 p. (Russ. ed.: Panasyuk A.L. *Spirtnye napitki: Osobennosti brozheniya i proizvodstva*. St. Petersburg: Profession Publ., 2006. 552 p.).
6. 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.
7. Prado-Ramirez R., Gonzáles-Alvarez V., Pelayo-Ortiz C., Casillas N., Estarrón M., Gómez-Hernández H.E. The role of distillation on the quality of tequila. *International Journal of Food Science and Technology*, 2005, vol. 40, no. 7, pp. 701–708. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2005.00983.x.
8. *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].
9. Martynenko E.Ya. *Tekhnologiya kon'yaka* [Technology of Cognac]. Simferopol': Tavrida Publ., 2003. 320 p.
10. Gueven A. Chemical fingerprints of Raki: a traditional distilled alcoholic beverage. *Journal of Institute of Brewing and Distilling*, 2013, vol.119, no. 3, pp. 126–132. DOI: 10.1002/jib.75.
11. Claus M.J., Berglund K.A. Fruit brandy production by batch column distillation with reflux. *Journal of Food Process Engineering*, 2005, vol. 28, no. 1, pp. 53–67. DOI: 10.1111/j.1745-4530.2005.00377.x.
12. Dubinina E.V., Alieva G.A. Issledovanie korrelyatsionnoy zavisimosti mezhdru organolepticheskoy otsenky i sodержaniem letuchikh komponentov plodovykh vodok [Correlation Study Between Organoleptic Evaluation and the Content of Volatile Components of Fruit Vodkas]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and viticulture], 2015, no. 3, pp. 29–34.
13. Oganesyants L.A., Panasyuka A.L. *Tekhnicheskoe regulirovanie proizvodstva i oborota vinodel'cheskoy produktsii i spiritykh napitkov. Reglamenti Evropeyskogo soyuza* [Technical regulation of production and turnover of wine products and spirits. The European Union regulations]. Moscow: Razvitiye industrial consulting group by request of the GNU of all-union scientific research institute of the brewing, nonalcoholic and winemaking industry, 2009. 200 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Крикунова, Л.Н. Некоторые аспекты производства дистиллята из клубней топинамбура. Часть 2. Баланс распределения летучих компонентов по фракциям / Л.Н. Крикунова, В.А. Песчанская, Е.В. Дубинина // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 41–47.

Krikunova L.N., Peschanskaya V.A., Dubinina E.V. Some aspects of distillate production from jerusalem artichoke tubers. Part 2. Balance of distribution of volatile compounds between fractions. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 41–47 (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. Россоломо, 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. Россоломо, 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. Россоломо, 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

