

УДК 663.058

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СОЗРЕВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ, НАХОДЯЩИХСЯ В КОНТАКТЕ С ДРЕВЕСИНОЙ ДУБА ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ИНОСТРАННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Т. М. Тананайко, А. А. Пушкарь, В. И. Соловей

Изучены зерновые дистилляты, выдержанные в контакте с древесиной дуба. Выполнен анализ их качественного и количественного состава в разрезе условий выдержки и региона происхождения древесины дуба. Проведена интенсификация процесса созревания зерновых дистиллятов на начальном этапе выдержки. Показана возможность приращения древесины дуба вне зависимости от региона ее происхождения, что обеспечивает получение выдержанных зерновых дистиллятов с заданным компонентным и количественным составом ароматических веществ.

Введение

Выдержка (созревание) – важная стадия формирования аромата выдержанных алкогольных напитков. Зерновой дистиллят сразу после перегонки характеризуется, как правило, резкими, достаточно сивушно-хлебными и эфирными тонами, и для улучшения органолептических свойств проводится выдержка в контакте с древесиной дуба, в результате которой исходный продукт претерпевает существенные изменения. Потеря резкости и «незрелости», присущая свежему дистилляту, достигается благодаря приобретению зерновым дистиллятом «зрелости» в результате контакта с древесиной. Под достаточно «зрелыми» ароматами, развивающимися в ходе выдержки, подразумевают ванильный, пряный, цветочный, древесный, фруктовый, округленный и другие ароматы. К «грубым», «незрелым» ароматам относят кислый, сивушно-эфирный, травянистый, масляный и сернистый запахи [1].

Процесс созревания зерновых дистиллятов может быть представлен в виде химической реакции, в которой кислород окисляет компоненты экстракта зерновых дистиллятов в присутствии тяжелых металлов, перекиси водорода и микроэлементов. Последние являются сильными катализаторами, а зерновой дистиллят – среда-носитель катализатора. Поэтому существует вероятность интенсификации экстракционно-окислительных процессов, происходящих при выдержке зерновых дистиллятов с древесиной, путем применения различных способов ускорения созревания [2, 3].

Анализ рынка алкогольной продукции Республики Беларусь показал, что за последние годы наблюдается устойчивая тенденция повышения спроса на высококачественные элитные крепкие напитки (виски, ром, текила, бренди, коньяк, бурбон и др.), которые по ценовому фактору занимают среднюю или высокую нишу в потребительском сегменте алкогольной продукции. Следует отметить, что весь объем вышеупомянутых алкогольных напитков импортируется в нашу страну в бутылкованном виде или изготавливается отечественными производителями из продукции (дистиллятов), поставляемой по импорту наливом. Поэтому разработка технологии выдержанных зерновых дистиллятов с сокращенным сроком созревания, по сравнению с выдержкой в бочках при классических условиях, без снижения основных качественных показателей, обеспечит расширение ассортимента выдержанных алкогольных напитков.

Учитывая вышеизложенное, проведение исследований, базирующихся на использовании белорусской древесины дуба для выдержки в контакте с зерновыми дистиллятами, с применением кратковременной температурной обработки на начальном этапе выдержки в технологии производства выдержанных зерновых дистиллятов, является важным и актуальным.

Целью данной работы явилось определение накопления фенольно-фурановых соединений, дубильных веществ и общего экстракта в зерновых дистиллятах, выдержанных в контакте с

древесиной дуба отечественного и иностранного происхождения при традиционных и оптимизированных параметрах процесса созревания.

Результаты исследований и их обсуждение

Объектом исследований выступили образцы зерновых дистиллятов, находящиеся в контакте с древесиной дуба отечественного и иностранного происхождения, выдержку которых проводили при средних значениях оптимизированных параметров процесса созревания, установленных на предыдущем этапе исследований [4]. В качестве опытных параметров выдержки зерновых дистиллятов использованы: температура выдержки (38,0±0,5) °С; срок (время) выдержки зернового дистиллята со щепой при повышенных температурах 23,0 дня; дозировка щепы древесины дуба, используемой при закладке 4,0 г/дм³.

В качестве контрольных образцов при проведении исследований использовали зерновые дистилляты с закладкой щепы 4 г/дм³, выдержанные при температуре (20±0,5) °С. Срок созревания контрольных образцов, как и у опытных образцов, составил 23 дня. Данные условия выдержки по тексту статьи упоминаются как традиционные.

Эффективность созревания зерновых дистиллятов при их выдержке в контакте с древесиной дуба отечественного и иностранного происхождения оценивали по общему содержанию ароматических веществ (фенольных и фурановых компонентов), уровню накопления экстрактивных и дубильных веществ.

Исходные данные по закладке зерновых дистиллятов на выдержку представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные при закладке образцов зерновых дистиллятов на выдержку в контакте с древесиной дуба отечественного и иностранного происхождения

№ п/п	Наименование дистиллята и происхождения щепы	Крепость зернового дистиллята, %	Параметры выдержки		
			количество щепы (стружки) дуба, г/дм ³	срок выдержки, суток	температура при выдержке, °С
1	Дистиллят зерновой, выдержанный на щепе дуба отечественного происхождения	60,0	4,0	23	20,0±0,5
2	Дистиллят зерновой, выдержанный на щепе дуба иностранного происхождения	60,0	4,0	23	20,0±0,5
3	Дистиллят зерновой, выдержанный на щепе дуба отечественного	60,0	4,0	23	38,0±0,5
4	Дистиллят зерновой, выдержанный на щепе дуба иностранного происхождения	60,0	4,0	23	38,0±0,5

При проведении исследований были использованы установленные ранее технологические режимы [5, 6]. В качестве сырьевых компонентов использовано зерно тритикале (75 %) и ячменный солод (25 %). В результате проведенной водно-тепловой и ферментативной обработки, сбраживания и дистилляции был получен зерновой дистиллят крепостью 60,0 %, по физико-химическим показателям соответствующий требованиям ТУ ВУ 190239501.900-2015 «Дистилляты из зернового сырья», который был использован при проведении экспериментальных работ.

В ходе экспериментальных исследований в качестве сырья применяли зерновой дистиллят, полученный в лабораторных условиях, и подготовленную древесину дуба отечественного и иностранного происхождения в виде щепы, представленной на рисунке 1.

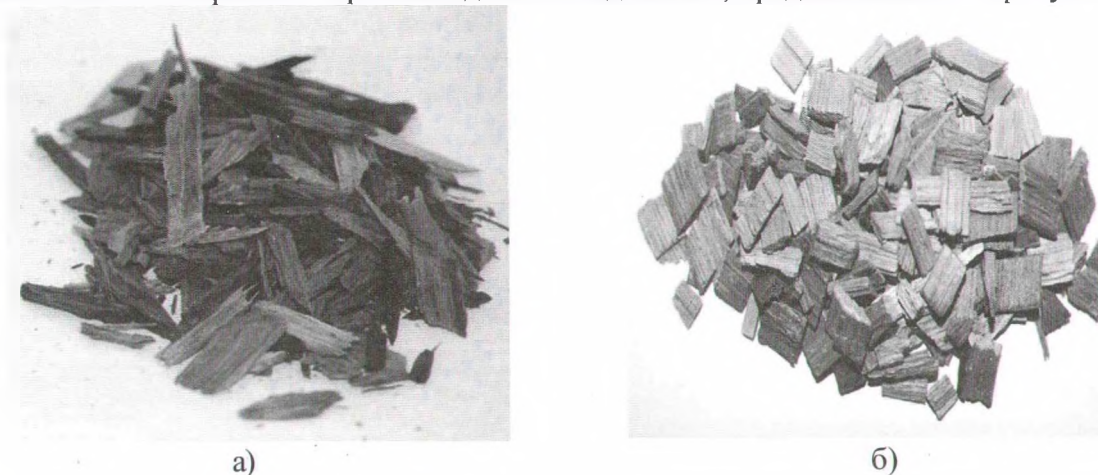
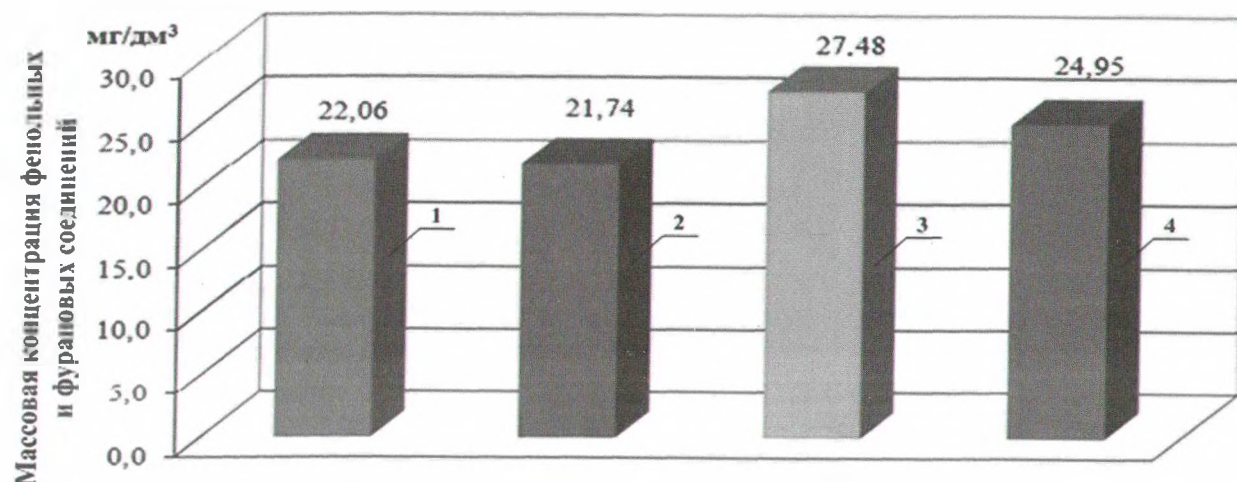


Рисунок 1 – Щепы древесины дуба: а - отечественного происхождения (изготовитель ОАО «Пинский винодельческий завод», Республика Беларусь); б - иностранного происхождения (изготовитель «Artonsa GmbH», Германия)

Данные по контролю качественного и количественного состава фенольных и фурановых компонентов представлены в таблице 2, результаты суммарного содержания фенольных и фурановых компонентов (ароматических веществ) – на рисунке 2.

Таблица 2 – Результаты контроля качественного и количественного состава фенольных и фурановых соединений в образцах зерновых дистиллятов, выдержанных в контакте с древесиной дуба отечественного и иностранного происхождения

Наименование компонента	Предел повторяемости (сходимости), %	Исходный зерновой дистиллят	Среднеарифметические значения показателей массовых концентраций фенольных и фурановых соединений в образцах зерновых дистиллятов после выдержки, мг/дм ³			
			Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
Галловая кислота	6,0	н/о	0,50	2,09	0,44	2,10
Фурфурол	6,0	н/о	1,72	2,90	2,16	2,51
5-гидрокси-5-метилфурфурол	5,0	н/о	0,13	0,62	0,23	0,65
5-метилфурфурол	8,0	н/о	0,00	0,25	0,00	0,20
Кониферилловый альдегид	8,0	н/о	1,47	2,95	1,38	3,07
Ванилин	8,0	н/о	1,49	0,76	1,90	1,46
Ванилиновая кислота	8,0	н/о	0,63	0,17	0,86	0,31
Синаповый альдегид	8,0	н/о	6,79	7,95	6,35	7,66
Синаповая кислота	8,0	н/о	0,12	0,00	0,23	0,00
Сиреневый альдегид	8,0	н/о	5,74	1,46	7,43	2,34
Сиреневая кислота	8,0	н/о	2,23	0,59	2,85	0,65
4-гидроксибензальдегид	8,0	н/о	0,24	0,00	0,65	0,00
р-кумаровая кислота	8,0	н/о	0,00	0,00	0,00	0,00
Суммарное содержание фенольных и фурановых компонентов (ароматических веществ)		0,00	22,06	21,74	27,48	24,95



1 – образец № 1 - зерновой дистиллят, выдержанный в контакте с древесиной дуба отечественного происхождения при t=20 °С в течение 23 суток;
 2 – образец № 2 - зерновой дистиллят, выдержанный в контакте с древесиной дуба иностранного происхождения при t=20 °С в течение 23 суток;
 3 – образец № 3 - зерновой дистиллят, выдержанный в контакте с древесиной дуба отечественного происхождения при t=38 °С в течение 23 суток;
 4 – образец № 4 - зерновой дистиллят, выдержанный в контакте с древесиной дуба иностранного происхождения при t=38 °С в течение 23 суток.

Рисунок 2 – Диаграмма суммарного содержания фенольных и фурановых компонентов в образцах зерновых дистиллятов, выдержанных в контакте с древесиной дуба отечественного и иностранного происхождения

Анализ результатов, приведенных в таблице 2 и на рисунке 2, показал изменение содержания фенольных и фурановых компонентов в процессе выдержки зерновых дистиллятов как при традиционных условиях, так и оптимизированных. Также в результате анализа данных таблицы 2 было установлено, что во всех образцах зерновых дистиллятов основными компонентами, за счет которых обеспечивался рост суммарного содержания ароматических веществ, являлись: фурфурол, кониферилловый альдегид, ванилин, синаповый альдегид, сиреневая кислота. Следует отметить, что в образцах с отечественной древесиной дуба № 1 и № 3 кроме вышеназванных основных компонентов присутствуют 4-гидроксibenзальдегид и синаповая кислота, которых нет в образцах № 2 и № 4. Установлено, что в образцах, выдержанных на иностранной щепе, кроме основных компонентов присутствует 5-метилфурфурол, не обнаруженный в образцах № 1 и № 3.

Применение оптимизированных параметров процесса созревания зерновых дистиллятов позволило накопить фенольных и фурановых компонентов в образце № 3 на уровне 27,48 мг/дм³, в образце № 4 – 24,95 мг/дм³. При традиционных условиях выдержки накопление ароматических веществ для образцов № 1 и № 2 составило 22,06 мг/дм³ и 21,74 мг/дм³ соответственно.

Изучение изменения суммарного содержания ароматических веществ в образцах № 1 и № 3 показало, что применение оптимизированных условий созревания зерновых дистиллятов, выдержанных на отечественной щепе дуба, обеспечило повышение уровня накопления массовой концентрации фенольных и фурановых соединений на 5,42 мг/дм³ или на 25,0 %, по сравнению с традиционными условиями выдержки.

Такая же тенденция была зафиксирована и при выдержке образцов зерновых дистиллятов № 2 и № 4 с закладкой щепы древесины дуба иностранного происхождения, при этом использование оптимизированных условий созревания обеспечило увеличение содержания

ароматических веществ на 3,21 мг/дм³ или на 15,0 %.

Следует отметить, что максимальный уровень накопления фенольных и фурановых соединений при оптимизированных условиях выдержки был зафиксирован в образце № 3 с применением белорусской дубовой щепы. Полученный результат по суммарному содержанию ароматических веществ превышал иностранный аналог на 10 %.

На основании данных по содержанию ароматических производных лигнина, приведенных в таблице 2, осуществлен анализ соотношения компонентов «сирингилового ряда» (синаповый альдегид, синаповая кислота, сиреневый альдегид, сиреневая кислота), как более интенсивно накапливающихся в процессе выдержки, к компонентам «гваяцилового ряда» (кониферилловый альдегид, ванилин, ванилиновая кислота), характеризующих более глубокое протекание процессов созревания дистиллятов.

Также для оценки качества зерновых дистиллятов, выдержанных при традиционных и оптимизированных условиях, дополнительно использовали соотношение компонентов «сиреневый альдегид/ванилин». Данный показатель характеризует природу лигнинового комплекса, в котором в соответствии со структурными звеньями содержание сиреневого альдегида всегда выше, чем ванилина. Этот показатель зависит от ряда факторов: вида древесины – лигнин различных видов деревьев отличается по структурным звеньям; региона происхождения древесины – содержание лигнина различно в древесине различных регионов, что влияет на конечное соотношение «сиреневый альдегид/ванилин»; степени использования древесины – скорость экстракции сиреневого альдегида выше, чем ванилина, в связи с чем в древесине многократного использования соотношение «сиреневый альдегид/ванилин» может смещаться в сторону уменьшения; других факторов предварительной обработки древесины перед использованием. Полученные результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Соотношения ароматических компонентов в образцах зерновых дистиллятов при их выдержке со щепой отечественного и иностранного происхождения

Показатель	Значение для образцов			
	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
Компоненты «сирингилового ряда/ компоненты «гваяцилового ряда»	4,0	2,8	3,0	2,2
Соотношение «сиреневый альдегид / ванилин»	3,9	1,9	3,9	1,6

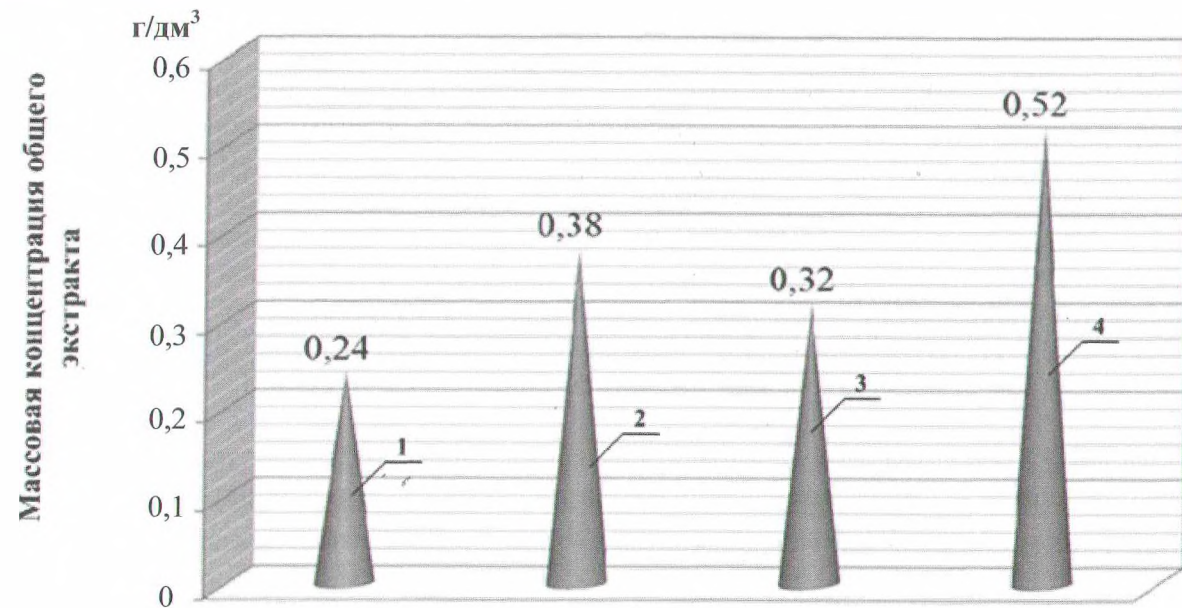
Анализ данных, приведенных в таблице 3, показал, что на данном этапе выдержки во всех образцах зерновых дистиллятов накопление компонентов «сирингилового ряда» превышает уровень накопления компонентов «гваяцилового ряда». Следует отметить, что в образцах № 1 и № 3, выдержанных на белорусской щепе, соотношение компонентов «сирингилового ряда» к компонентам «гваяцилового ряда» находилось на уровне 3,0–4,0, что значительно выше, чем в образцах № 2 и № 4, в которых оно составило 2,2–2,8. При этом применение оптимизированных условий созревания зерновых дистиллятов способствовало росту содержания компонентов «гваяцилового ряда», характерных для более продолжительной выдержки по традиционной технологии.

Данный результат позволяет прогнозировать формирование аромата и вкуса зерновых дистиллятов при их дальнейшей выдержке в контакте с древесиной дуба, присущих выдержанным алкогольным напиткам.

Данные таблицы 3 подчеркивают идентификационные значения соотношения «сиреневый альдегид/ванилин» для исследуемых видов древесины дуба. Отмечено, что соотношение «сиреневый альдегид / ванилин» в экспериментальных образцах с использованием щепы белорусского происхождения № 1 и № 3 равнялось 3,9, а в образцах со щепой иностранного происхождения образцы № 2 и № 4 находилось в пределах 1,6–1,9, что будет учитываться при последующем анализе зерновых дистиллятов, находящихся в процессе выдержки.

Таким образом, вне зависимости от региона происхождения применяемой щепы древесины дуба использование оптимизированных параметров созревания с применением повышенных температур на начальном этапе выдержки позволяет интенсифицировать переход ароматических веществ в зерновые дистилляты, обеспечив по сравнению с процессом выдержки по традиционной технологии рост суммарного содержания фенольных и фурановых соединений на 15,0–25,0 %. Повышение температуры в процессе выдержки способствует более интенсивному переходу в дистиллят компонентов «гваяцилового ряда» (кониферилловый альдегид, ванилин, ванилиновая кислота), характерных для более продолжительной выдержки по традиционной технологии.

Данные по массовой концентрации общего экстракта зерновых дистиллятов, выдержанных с использованием традиционных и оптимизированных технологических режимов, представлены на рисунке 3.



- 1 – образец № 1 - зерновой дистиллят, выдержанный в контакте с древесиной дуба отечественного происхождения при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 23 суток;
 2 – образец № 2 - зерновой дистиллят, выдержанный в контакте с древесиной дуба иностранного происхождения при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 23 суток;
 3 – образец № 3 - зерновой дистиллят, выдержанный в контакте с древесиной дуба отечественного происхождения при $t=38\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 23 суток;
 4 – образец № 4 - зерновой дистиллят, выдержанный в контакте с древесиной дуба иностранного происхождения при $t=38\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 23 суток.

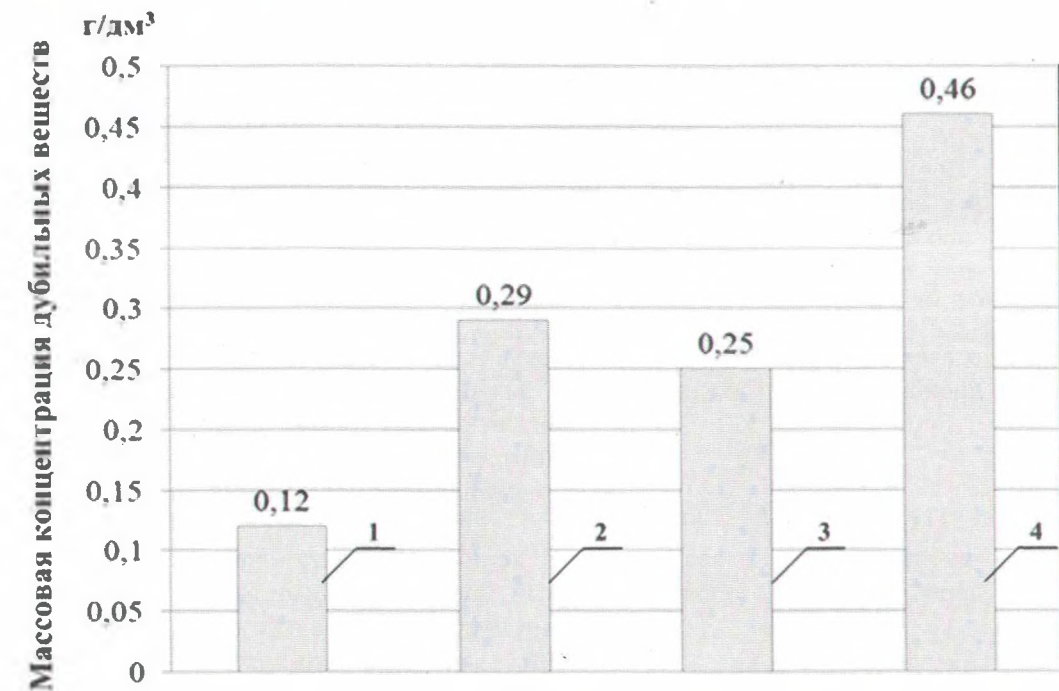
Рисунок 3 – Диаграмма результатов контроля массовой концентрации общего экстракта в образцах зерновых дистиллятов, выдержанных в контакте с древесиной дуба отечественного и иностранного происхождения

В ходе анализа данных рисунка 3 было установлено, что применение оптимизированных параметров процесса выдержки зерновых дистиллятов, при закладке на щепе отечественного дуба, позволило накопить общего экстракта в образце № 3 в количестве $0,32\text{ г/дм}^3$, что превышает на 33 % уровень накопления в образце № 1, выдержанном при традиционных условиях.

В случае выдержки зерновых дистиллятов со щепой иностранного происхождения в оптимизированных условиях массовая концентрация общего экстракта в образце № 4 являлась максимальной среди всех экспериментальных образцов и находилась на уровне $0,52\text{ г/дм}^3$, что на $0,14\text{ г/дм}^3$ или 37 % больше по сравнению с образцом № 2 находившимся в традиционных условиях выдержки.

Следует отметить, что концентрация общего экстракта в образце зернового дистиллята

№ 2, выдержанного с применением щепы иностранного происхождения при традиционных условиях, находилась выше, чем в образцах зерновых дистиллятов № 1 и № 3, выдержанных на щепе отечественного дуба в 1,2 и 1,6 раза соответственно, что свидетельствовало о высоком исходном потенциале экстрактивных компонентов импортной щепы.



- 1 – образец № 1 - зерновой дистиллят, выдержанный в контакте с древесиной дуба отечественного происхождения при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 23 суток;
 2 – образец № 2 - зерновой дистиллят, выдержанный в контакте с древесиной дуба иностранного происхождения при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 23 суток;
 3 – образец № 3 - зерновой дистиллят, выдержанный в контакте с древесиной дуба отечественного происхождения при $t=38\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 23 суток;
 4 – образец № 4 - зерновой дистиллят, выдержанный в контакте с древесиной дуба иностранного происхождения при $t=38\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 23 суток.

Рисунок 4 – Диаграмма результатов контроля показателя массовая концентрация дубильных веществ в образцах зерновых дистиллятов, выдержанных в контакте с древесиной дуба отечественного и иностранного происхождения

Анализа данных рисунка 4 показал, что применение оптимизированных условий созревания зерновых дистиллятов в контакте со щепой как отечественного, так и иностранного происхождения обеспечило накопление дубильных веществ в образцах № 3 и № 4 на уровне $0,25\text{ г/дм}^3$ и $0,46\text{ г/дм}^3$, что соответственно в 2,1 и 1,6 раза больше, чем в образцах № 1 и № 2 (традиционные условия выдержки).

Таким образом, применение тепловой обработки на начальном этапе выдержки зерновых дистиллятов, вне зависимости от происхождения дубовой щепы, ускоряет процессы экстрагирования, обеспечивая тем самым необходимый уровень накопления экстрактивных и дубильных веществ за более короткий промежуток времени.

Образцы зерновых дистиллятов, находящиеся в контакте с древесиной дуба отечественного и иностранного происхождения при традиционных и оптимизированных условиях выдержки, были представлены на заседании внутренней дегустационной комиссии отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» для проведения оценки органолептических характеристик.

Для проведения органолептической оценки образцы зерновых дистиллятов были предва-

рительно отфильтрованы и разбавлены дистиллированной водой до крепости 40 %.

Результаты контроля органолептических показателей образцов зерновых дистиллятов, прошедших выдержку в контакте с древесиной дуба в течение 23 суток, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты контроля органолептических показателей образцов зерновых дистиллятов, выдержанных в контакте с древесиной дуба отечественного и иностранного происхождения при традиционных и оптимизированных условиях

Условия выдержки (дозировка щепы дуба, г/дм ³ / температура выдержки, °С)	Происхождение щепы дуба, используемой при выдержке	Органолептические показатели зерновых дистиллятов выдержанных со щепой дуба в течение 23 суток		
		Цвет	Вкус	Аромат
4,0/20,0±0,5	отечественного происхождения	светло-золотистый	вкус гармоничный с легкой жгучестью и кислинкой, интенсивными тонами древесины дуба и нотами зерновых дистиллятов в послевкусии	легкими оттенками зернового дистиллята и легкими тонами сырой древесины дуба
4,0/20,0±0,5	иностранного происхождения	светло-золотистый	с легкой жгучестью, сложный, преобладающими тонами древесины дуба над тонами зерновых дистиллятов	сложный, с легким оттенком зерновых дистиллятов и тонов древесины дуба
4,0/38,0±0,5	отечественного происхождения	янтарно-золотистый с блеском	жгучий, округленный с легкими терпкостью и тонами древесины дуба, легкими нотами ванили	округленный, с преобладанием тонов древесины дуба
4,0/38,0±0,5	иностранного происхождения	янтарно-золотистый с блеском	жгучий, терпкий с тонами древесины дуба и легкими нотами карамели и ванили	округленный, с преобладанием тонов древесины дуба

На основании анализа данных органолептических характеристик зерновых дистиллятов, заложенных в контакте со щепой древесины дуба отечественного и иностранного происхождения и представленных в таблице 5, отмечено формирование во всех образцах тонов выдержки как во вкусе, так и в аромате. Следует отметить, что образцы № 1 и № 2, выдержанные при традиционных условиях, имели золотистый цвет, во вкусе присутствовала легкая жгучесть с тонами дуба и зерновых дистиллятов в послевкусии и аромате.

В свою очередь, образцы зерновых дистиллятов № 3 и № 4, изготовленные с применением оптимизированных параметров процесса ускоренного созревания, характеризовались более насыщенным янтарно-золотистым цветом с блеском, чуть более жгучим вкусом, переходящим в легкую терпкость с карамельно-ванильными нотами и округленным ароматом с преобладанием тонов древесины дуба. Однако данные образцы недостаточно сбалансированы, что свидетельствует о необходимости их дальнейшей выдержки.

Таким образом, применение оптимизированных параметров выдержки позволило интенсифицировать окислительно-экстракционные процессы в образцах № 3 и № 4, которые способствовали приобретению зерновыми дистиллятами янтарно-золотистого цвета, сформировали во вкусе и аромате преобладающие тона дуба с карамельно-ванильными оттенками, характерными для выдержанных спиртных напитков.

Обобщая полученные экспериментальные результаты, можно сделать вывод о том, что применение усредненных оптимизированных параметров (температура (38,0±0,5) °С, дозировка щепы 4,0 г/дм³, срок выдержки 23 суток) на начальной стадии выдержки зерновых дистиллятов в контакте с отечественной и иностранной щепой дуба способствовало интенсификации окислительно-экстракционных процессов, вследствие чего увеличивалось накопление фенольно-фурановых соединений на 15,0–25,0 %, общего экстракта на 33,0–37,0 %, дубильных веществ – в 1,6–2,1 раза больше по сравнению с традиционным способом выдержки.

Заключение

В результате проведенных исследований определены индивидуальные особенности протекания экстракционных процессов на начальном этапе выдержки при использовании оптимизированных условий созревания в зависимости от происхождения исследованных образцов дубовой щепы: щепы отечественного происхождения по суммарному содержанию ароматических веществ превышает иностранный аналог на 10 %; щепы иностранного происхождения по накоплению общего экстракта и дубильных веществ превышала отечественный образец на 63 % и 86 % соответственно, что свидетельствовало о высоком исходном потенциале экстрактивных компонентов импортной щепы.

Литература

- 1 Ли, Э. Спиртные напитки: Особенности брожения и производства / Э. Ли, Дж.Пигготт (ред.); пер. с англ. под общ. ред. А. Л. Панасюка. – СПб.: Профессия, 2006. – 544 с.
- 2 Новикова, И. В. Разработка технологии алкогольных напитков «Викон» с применением древесного сырья: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.01, 05.18.07 / И. В. Новикова; ВГТА. – Воронеж, 2004. – 24 с.
- 3 Коростелев, А. В. Разработка интенсивной технологии крепких алкогольных напитков «Виски»: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.01 / А. В. Коростелев; ВГТА – Воронеж, 2011. – 24 с.
- 4 Исследование биосинтеза этилового спирта путем направленного метаболизма дрожжевых клеток и процессов производства выдержанных крепких спиртных напитков на основе зерновых дистиллятов: отчет о НИР (промежут.) / Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию; рук. темы А.А. Пушкарь. – Минск., 2017. – 194 с. – № ГР 20160850.
- 5 Технологическая инструкция по производству зерновых дистиллятов: ТИ ВУ 190239501.15.110-2015 / Т.М. Тананайко: утв. Науч.-практ. центр НАН Беларуси по прод. 09.11.2015. Введ. 09.11.2015. – Минск, 2015. – 24 с.
- 6 Исследование биотехнологических процессов производства зерновых дистиллятов из различных видов сырья и установление их качественных показателей: отчет о НИР (заключ.) / Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию; рук. темы Т.М. Тананайко. – Минск., 2015. – 186 с. – № ГР 20141583.

Поступила в редакцию 14.12.2017