

УДК 663.241:663.253.34
EDN FSVVIA

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Оценка периода выдержки коньячных дистиллятов на основе их многомерного анализа

Чурсина О.А.[✉], Легашева Л.А., Погорелов Д.Ю.

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, г. Ялта, Республика Крым, Россия

[✉]chursina@magarach-institut.ru

Аннотация. Выдержка коньячных дистиллятов в дубовых бочках является наиболее длительным и высокочувствительным процессом в производстве коньяков и оказывает основное влияние на их себестоимость. Имитация срока выдержки является одним из наиболее распространенных способов подделки продукта. Проведение идентификации коньячной продукции на соответствие возрасту затруднено, что связано как с влиянием многочисленных факторов, так и сложным химическим составом коньяков, а также ограниченным перечнем идентифицирующих показателей. Целью работы явилась оценка периода выдержки коньячных дистиллятов в контакте с древесиной дуба на основе анализа их физико-химического состава, оптических и органолептических характеристик. Определение показателей коньячных дистиллятов осуществляли общепринятыми методами, в том числе с использованием газовой и высокоэффективной жидкостной хроматографии. В результате исследований установлены закономерности изменения основных физико-химических, оптических и органолептических показателей производственных образцов коньячных дистиллятов при выдержке. На основе массива данных построены статистически значимые дискриминантные функции, позволяющие объективно классифицировать образцы коньячных дистиллятов по периоду выдержки по четырем группам: 1-5 лет, 6-10 лет, 11-20 лет и свыше 20 лет с точностью до 96 %. Установлено, что наибольший вклад в дискриминацию образцов вносят показатели массовой концентрации ванилина, сиреневого альдегида, ванилиновой и сиреневой кислот, суммы фенольных веществ и интенсивности окраски. Использование прогностических моделей позволяет однозначно классифицировать новые образцы коньячного дистиллята с заранее неизвестной их принадлежностью какой-либо из указанных групп после проведения многомерного их анализа. Полученные результаты могут быть использованы в научных и производственных лабораториях при проведении мониторинговых исследований с целью определения периода выдержки коньячных дистиллятов.

Ключевые слова: возраст; дискриминантный анализ; классификация; показатель; физико-химический состав; органолептическая оценка; оптические характеристики.

Для цитирования: Чурсина О.А., Легашева Л.А., Погорелов Д.Ю. Оценка периода выдержки коньячных дистиллятов на основе их многомерного анализа // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):195-201. EDN FSVVIA.

ORIGINAL RESEARCH

Estimation of the aging period of brandy distillates based on their multivariate analysis

Chursina O.A.[✉], Legasheva L.A., Pogorelov D.Yu.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, Yalta, Republic of Crimea, Russia

[✉]chursina@magarach-institut.ru

Abstract. Aging of brandy distillates in oak casks is the longest and most expensive process in brandy production, which has a major impact on their net cost. Imitating the aging period is one of the most common ways to counterfeit a product. Identification of brandy products for age compliance is difficult due to both the influence of many factors and the complex chemical composition of brandy, as well as a limited list of identifying indicators. The purpose of the work was to assess the aging period of brandy distillates in a contact with oak wood based on the analysis of their physicochemical composition, optical and organoleptic characteristics. Indicators of brandy distillates were determined using generally accepted methods, including gas and high-performance liquid chromatography. As a result of the research, patterns of changes in the main physicochemical, optical and organoleptic indicators of production samples of brandy distillates during aging were established. Based on the data array, statistically significant discriminant functions were constructed, enabling us to objectively classify the samples of brandy distillates according to the aging period into four groups: 1-5 years, 6-10 years, 11-20 years and over 20 years, within the accuracy of up to 96 %. It was established that the greatest contribution to the discrimination of samples was made by the indicators of mass concentration of vanillin, syringaldehyde, vanillic and syringic acids, the sum of phenolic substances and color intensity. The use of predictive models makes it possible to invariably classify new samples of brandy distillate with their affiliation to any of unknown in advance specified groups after multidimensional analysis of samples carried out. The results obtained can be used in scientific and production laboratories when conducting monitoring studies to determine the aging period of brandy distillates.

Key words: age; discriminant analysis; classification; indicator; physicochemical composition; organoleptic assessment; optical characteristics.

For citation: Chursina O.A., Legasheva L.A., Pogorelov D.Yu. Estimation of the aging period of brandy distillates based on their multivariate analysis. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(2):195-201. EDN FSVVIA (in Russian).

Введение

Большая роль в управлении качеством винодельческой продукции отведена совершенствованию ее контроля в соответствии с задачами идентификации.

Коньяк является элитным и дорогостоящим продуктом и чаще других алкогольных напитков становится объектом фальсификации [1]. Выдержка коньячных дистиллятов является наиболее длительным и высокочувствительным процессом в производстве коньяков и оказывает основное влияние на их стоимость, в связи с чем ее имитация, а также подмена старых вы-

держанных коньячных дистиллятов на более молодые являются наиболее распространенными способами подделки [2-4].

Выдержка коньячного дистиллята в контакте с древесиной дуба согласно законодательству РФ должна составлять не менее трех лет. За это время проходит экстракция ряда компонентов древесины, деструкция лигнина и гидролиз полисахаридов, продукты которых включаются в процессы созревания коньячных дистиллятов и участвуют в формировании их типичных свойств [4-12]. В зависимости от условий производства органолептический профиль и аналитические характеристики коньячной продукции одной категории у разных производителей могут значительно отличаться, что затрудняет проведение ее идентификации [13-15]. Приоритетным способом установления ее соответствия возрасту является органолептический анализ, однако подтвердить его результат с применением аналитических методов довольно непросто [4, 16, 17].

Большинство подходов для определения срока выдержки или контакта коньячных дистиллятов с древесиной дуба основано на анализе танинов и продуктов деструкции лигнина, прежде всего ароматических альдегидов и кислот, концентрации которых в процессе выдержки могут изменяться как в сторону накопления, так и в сторону убывания [18-22]. С учетом современных представлений о механизмах процесса созревания коньячных дистиллятов для их идентификации предложены также специфические маркеры – соединения, которые придают напитку типичный букет и вкус (скополетин, эвгенол, транс- и цис- β -метил- γ -октолактоны) [14]. Однако, по мнению ряда авторов, отдельные компоненты, накапливаемые при выдержке, не отображают в полной мере характеристические особенности коньячных дистиллятов, отличаются неравномерной корреляцией с возрастом коньячных дистиллятов и существенно зависят от условий производства [4, 14].

Большое значение для контроля качества и идентификации коньячных дистиллятов имеет оценка цвета, которая несет важную информацию о развитии процессов их созревания [23, 24]. В зависимости от сроков выдержки цвет коньячного дистиллята изменяется, постепенно углубляясь, от бледно-желтого с золотистыми оттенками до темно-янтарного и даже красного дерева, присущего очень старым дистиллятам. В формировании цвета участвуют компоненты фенольного и углеводного комплексов, экстрагируемых из древесины дуба. Включаясь в многочисленные реакции, они образуют окрашенные продукты сложного строения, количественное измерение которых затруднено, но их вклад в формирование качества коньячного дистиллята может быть учтен при спектрофотометрическом анализе цвета.

Основу букета коньячных дистиллятов составляют вещества легколетучей фракции, которые образуются при брожении и дистилляции виноматериала. Их состав и содержание зависят от сорта винограда, агроэкологических и почвенно-климатических ус-

ловий произрастания, режимов и параметров технологии производства виноматериалов и дистиллятов и т.д. [25, 26]. Протекающие при выдержке коньячных дистиллятов процессы приводят к изменению их состава, накоплению продуктов окисления и обогащению летучими соединениями, поступающими из древесины дуба. При этом диапазоны массовой концентрации компонентов легколетучей фракции коньячных дистиллятов являются типичными для отдельных производителей и коррелируют с категорией и качеством напитка, что позволяет рассматривать их в качестве критериев контроля [4].

Таким образом, каждый из показателей, характеризующих цвет, букет и вкус коньячного дистиллята, вносит свой вклад в оценку его качества, а их совокупный учет позволит повысить объективность контроля. В связи с этим исследования, направленные на установление и математическое выражение взаимосвязи показателей физико-химического состава, оптических и органолептических характеристиках коньячных дистиллятов, подтверждающих срок их выдержки в прогностических классификационных моделях, являются актуальными.

Цель работы – оценка периода выдержки коньячных дистиллятов в контакте с древесиной дуба на основе анализа их физико-химического состава, оптических и органолептических характеристик.

Материалы и методы исследований

Материалами исследований являлись опытные и производственные образцы коньячных дистиллятов предприятий Крыма и Кубани с выдержкой от 1 года до 48 лет (всего 102 образца).

Массовую концентрацию компонентов ароматобразующего комплекса проводили методом газовой хроматографии с помощью хроматографа Agilent Technology (модель 6890N), оснащенного плазменно-ионизационным детектором (колонка кварцевая капиллярная с активным покрытием нитротерефталевой кислоты, газ-носитель – водород).

Определение массовых концентраций компонентов выдержки (ароматические альдегиды и кислоты, фенольные кислоты) осуществляли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием хроматографической системы Agilent technologies (модель 1100) с диодно-матричным детектором. Разделение пробы на компоненты осуществляли на колонке Zorbax Eclipse XDB-C18 длиной 150 мм и шириной 2,1 мм на основе октадецилсилильного сорбента зернением 3,5 мкм при скорости потока 0,25 мл/мин.

Массовую концентрацию суммы фенольных веществ, их мономерных и полимерных форм определяли колориметрическим методом с использованием реактива Фолина-Чокальтеу [27]. Степень окисленности фенольных веществ оценивали по показателю окисляемости (W), определяемого методом потенциометрического титрования [27].

Определение оптических характеристик образцов проводили спектрофотометрическим методом с помощью спектрофотометра UNICO 1200.

Интенсивность окраски (I) находили математически как сумму оптических плотностей пробы при длинах волн 420 нм и 520 нм, а оттенок окраски (T) – как частное [27].

Показатель желтизны (G) рассчитывали по формуле:

$$G = (1,28 X - 1,06 Z) 100 / Y, \quad (1)$$

где X, Y, Z – координаты цвета, которые определяли по формулам:

$$X = 0,42 T_{625} + 0,35 T_{550} + 0,21 T_{445} \quad (2)$$

$$Y = 0,20 T_{625} + 0,63 T_{550} + 0,17 T_{495} \quad (3)$$

$$Z = 0,24 T_{495} + 0,94 T_{445}, \quad (4)$$

где T – коэффициент пропускания при длинах волн 445, 495, 550, 625 нм соответственно, %.

Качество коньячных дистиллятов оценивали методами органолептического анализа по ГОСТ 32051 с привлечением дегустационной комиссии ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН».

Результаты проведенных исследований систематизировали и обрабатывали методами математической статистики с использованием программного обеспечения MS Excel и Statistica.

Результаты и их обсуждение

Анализ физико-химического состава, оптических и органолептических характеристик исследуемых образцов коньячных дистиллятов показал общие тенденции изменения значений показателей при возрастании продолжительности их выдержки, не зависящие от производителя.

С увеличением срока выдержки коньячного дистиллята установлено возрастание уровня массовой концентрации суммы фенольных веществ, что определяется накоплением как мономерных их форм, так и полимерных. Причем доля их в сумме фенольных веществ на всем протяжении периода выдержки имела постоянный диапазон: для мономерных форм – 68-72 %, соответственно для полимерных форм – 27-31 % (рис. 1).

Такое равномерное увеличение различных форм фенольных веществ показывает, что наряду с процессами экстрагирования из древесины дуба мономерных форм фенольных веществ активно протекают также процессы их окисления, полимеризации и конденсации. О возрастании степени окисленности танинов в старых коньячных дистиллятах свидетельствует изменение показателя окисляемости (W) в 15 раз по сравнению с более молодыми дистиллятами (от 0,93 мВдм³/мг до 0,06 мВдм³/мг). Установленная тесная корреляция между органолептической оценкой коньячных дистиллятов, содержанием фенольных веществ ($r=0,835$ при $p>0,5$) и степенью их окисленности ($r=0,658$ при

$p>0,5$) показывает, что с повышением содержания фенольных веществ и степени их окисленности качество коньячных дистиллятов возрастает.

В окислительно-восстановительные процессы с участием фенольных веществ вовлекаются другие компоненты химического состава коньячного дистиллята, наибольшую долю среди которых составляет этанол. При его окислении образуется уксусный альдегид и уксусная кислота, при окислении других спиртов – соответствующие летучие кислоты. В старых коньячных дистиллятах содержание суммы летучих кислот возросло в среднем в 3,3 раза, в основном за счет уксусной кислоты. В результате реакций этерификации, протекающих между спиртами и летучими кислотами, увеличилось также содержание сложных эфиров – в 2,7 раза, в большей степени этилацетата (рис. 2).

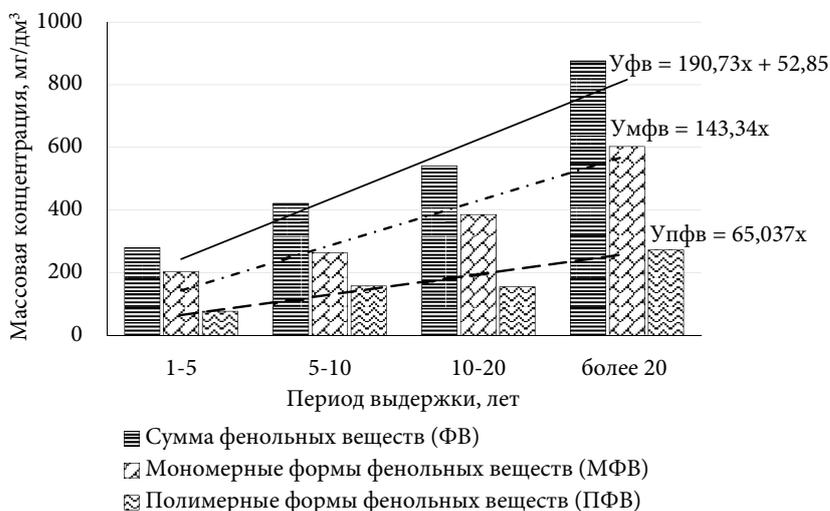


Рис. 1. Динамика массовой концентрации фенольных веществ при выдержке коньячных дистиллятов

Fig. 1. Dynamics of mass concentration of phenolic substances when aging brandy distillates

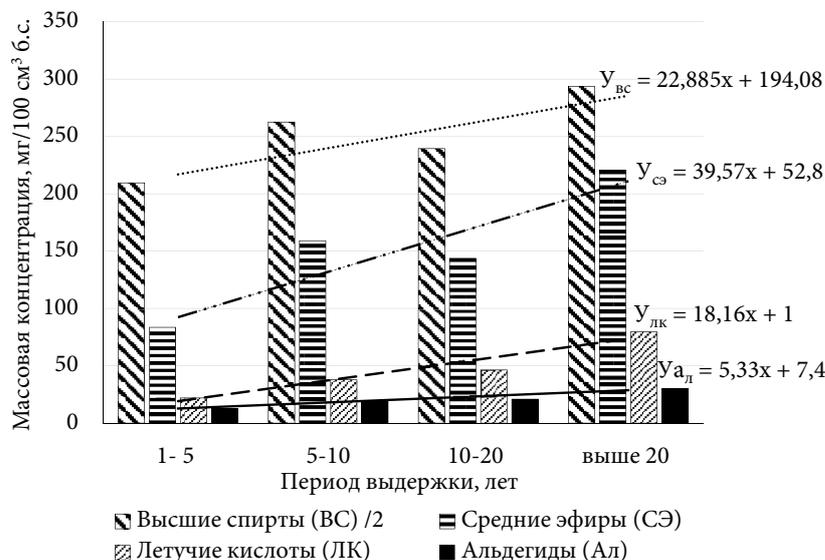


Рис. 2. Динамика массовой концентрации летучих компонентов при выдержке коньячных дистиллятов

Fig. 2. Dynamics of mass concentration of volatile components when aging brandy distillates

Характерным признаком процесса выдержки коньячных дистиллятов является увеличение содержания продуктов экстракции и деструкции эллаготанина и лигнина. В большей степени в старых коньячных дистиллятах возросла массовая концентрация эллаговой кислоты, в среднем в 4,4 раза, ванилина – в 4,2 раза и сиреневого альдегида – в 6,3 раза (рис. 3). Карбонильные соединения, участвуя в сложении букета, также оказывают влияние на цвет коньячного дистиллята, способствуя окислению фенольных веществ и образованию окрашенных пигментов [28].

С увеличением продолжительности выдержки цвет коньячных дистиллятов изменялся от светло-золотистого до темно-янтарного, при этом показатель интенсивности цвета I возрос с 0,130 до 5,695 (в 43 раза), а показатель желтизны G – с 11,4 до 141,4 (в 13 раз).

Дегустационная оценка коньячных дистиллятов при их старении закономерно увеличилась (рис. 4). Установлена ее положительная корреляция с содержанием летучих веществ (высшими спиртами, эфирами, альдегидами, некоторыми летучими кислотами), а также с компонентами выдержки (суммой фенольных веществ, галловой и эллаговой кислот, ванилином, синаповым и сиреневым альдегидами, ванилиновой и сиреневой кислотами) и оптическими характеристиками (показателями интенсивности цвета I и желтизны G), а отрицательная – с бутанолом-2, метанолом и такими летучими кислотами как капроновая, пропионовая, изомасляная.

На основе массива данных по физико-химическому составу, оптическим и органолептическим характеристикам построены статистически значимые (лямбда Уилкса 0,01183 $p < 0,00001$) дискриминантные функции, позволяющие объективно классифицировать образцы коньячных дистиллятов по периоду выдержки на четыре группы: 1-5 лет, 6-10 лет, 11-20 лет и свыше 20 лет. Точность распознавания образцов коньячного дистиллята по группам составила 96,3 %.

Низкое значение критерия статистики лямбда Уилкса ($<<1$) свидетельствует о том, что задействованные переменные эффективно участвуют в различении групп. К дискриминирующим признакам отнесены показатели, коррелирующие с периодом выдержки коньячных дистиллятов, в том числе соединения легколетучей фракции (массовая концентрация летучих кислот, средних эфиров, альдегидов,

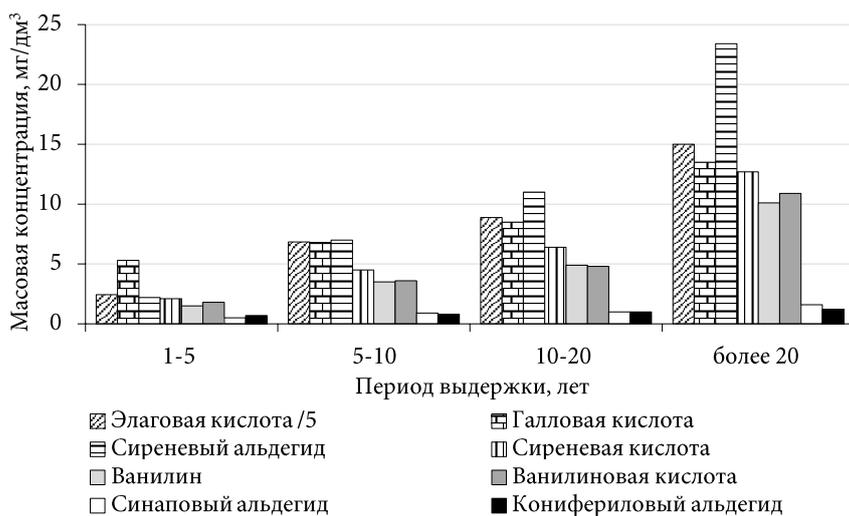


Рис. 3. Динамика массовой концентрации компонентов, экстрагируемых из древесины дуба при выдержке коньячных дистиллятов

Fig. 3. Dynamics of mass concentration of components extracted from oak wood when aging brandy distillates

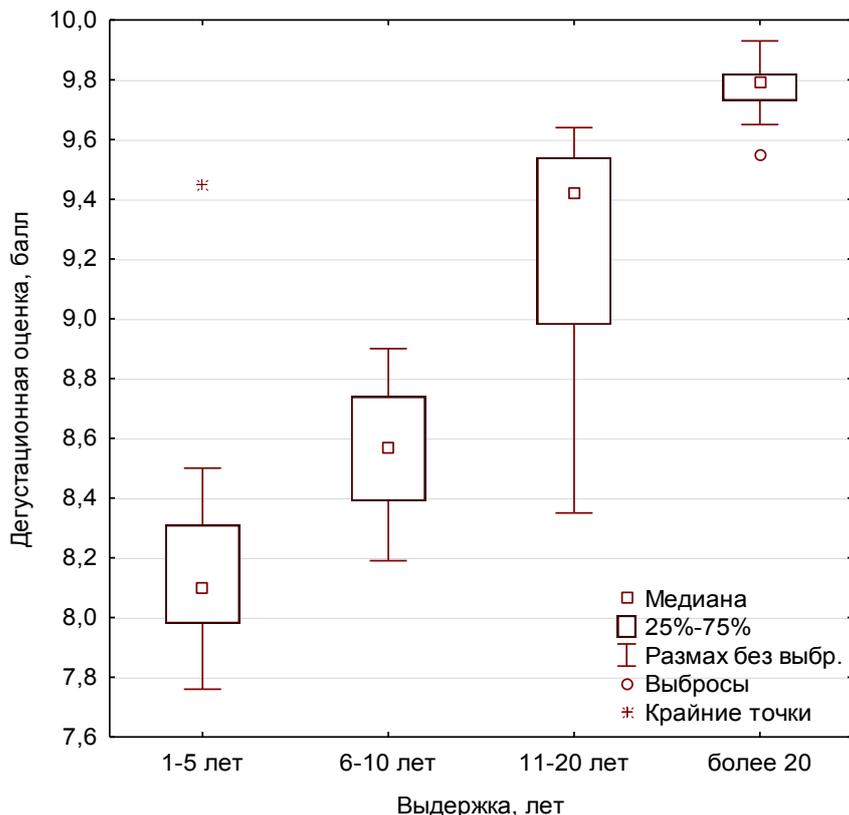


Рис. 4. Диапазоны дегустационной оценки выдержанных коньячных дистиллятов

Fig. 4. Tasting assessment ranges for aged brandy distillates

высших спиртов), компоненты выдержки (массовая концентрация фенольных веществ, галловой и эллаговой кислот, сиреневой и ванилиновой кислот, ванилина, сиреневого, синапового, кониферильного альдегидов и фурфурола), а также оптические характеристики (интенсивность цвета, оттенок окраски и показатель желтизны). Установлено, что наибольший вклад в дискриминацию вносят показатели массовой концентрации ванилина ($r=0,993$), сиреневого альде-

гида ($r=0,985$), ванилиновой ($r=0,993$) и сиреневой кислот ($r=0,992$), суммы фенольных веществ ($r=0,992$) и интенсивности окраски ($r=0,974$).

Результат графического отображения дискриминантного анализа и канонических рассеяний между группами по выбранным показателям всего массива данных приведен на рис. 5.

На основании дискриминантного анализа построены линейные классификационные модели, которые позволяют однозначно определять по совокупности показателей физико-химического состава, оптических и органолептических характеристик принадлежность нового образца коньячного дистиллята одной из групп. Предложенная классификация даст возможность различать коньячные дистилляты, предназначенные для изготовления коньяков ординарной группы (3-5 лет выдержки), от группы коньячных дистиллятов для производства марочных коньяков, а среди марочных коньячных дистиллятов распознавать категории, соответствующие периоду выдержки: КВ/КВВК (6-10 лет выдержки), КС (свыше 10 лет выдержки) и ОС (свыше 20 лет выдержки).

Выводы

Проведены исследования органолептических, физико-химических и оптических показателей производственных образцов коньячных дистиллятов, тесно коррелирующих с продолжительностью их выдержки. Определены критерии, совокупный учет которых обеспечивает высокую точность классификации коньячных дистиллятов, а также диапазоны и средние значения их содержания, соответствующие периоду выдержки.

Установлена возможность классификации коньячных дистиллятов по четырем группам в зависимости от периода их выдержки: 1-5 лет, 6-10 лет, 11-20 лет и свыше 20 лет, различия между которыми являются статистически значимыми. Ошибка при классификации образцов коньячного дистиллята составила не более 4 %.

Выявлено, что наибольший вклад в дискриминацию групп вносят показатели массовой концентрации ванилина, сиреневого альдегида, ванилиновой и сиреневой кислот, суммы фенольных веществ и интенсивности окраски.

Построены линейные классификационные модели, которые позволяют однозначно определять принадлежность нового образца коньячного дистиллята к одной из групп на основе показателей его физико-химического состава, оптических и органолептических характеристик. Полученные результаты могут быть использованы в научных и производственных лабораториях при проведении мониторинговых ис-

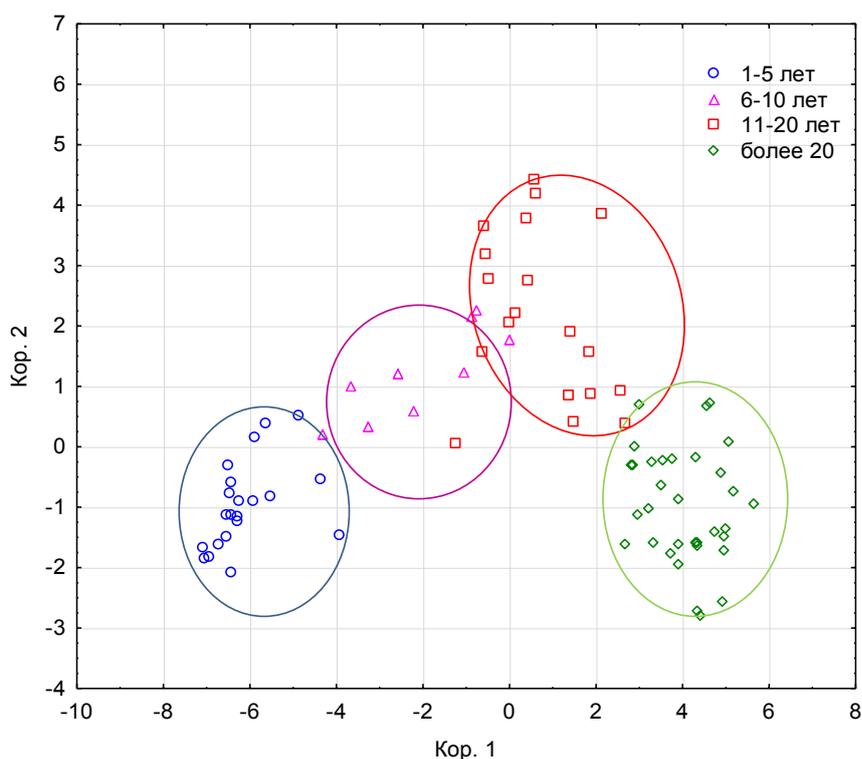


Рис. 5. Диаграмма рассеяния канонических значений, отражающих распределение образцов коньячных дистиллятов по группам в зависимости от показателей физико-химического состава, оптических и органолептических характеристик

Fig. 5. Scatter graph of canonical values reflecting the distribution of brandy distillate samples into groups depending on their physicochemical composition, optical and organoleptic characteristics

следований для оценки периода выдержки коньячных дистиллятов.

Исследования в этом направлении будут продолжены.

Благодарность

Выражаем благодарность кандидату технических наук, заведующему лабораторией аналитических исследований, инновационных и ресурсосберегающих технологий Зайцеву Г.П. за осуществление анализа компонентов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FEUU-2019-0012.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FEUU-2019-0012.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

- Алискеров А.Р., Павленко О.В. Актуальные вопросы идентификации и экспертизы коньячного дистиллята в таможенных целях // Вестник Российской таможенной академии. 2022;4:112-124. DOI 10.54048/20727240_2022_04_112.
- Умарова Н.Н., Вильданова А.И., Давлетшина Ф.И., Евгеньев М.И. Оценка качества коньяков по результатам многомерного анализа // Вестник технологического университета. 2016;19 (11):163-168.

3. Роскачество: доля фальсификата среди российского коньяка эконом-сегмента составила 52 %. Режим доступа: <https://www.retail.ru/news/roskachestvo-dolya-falsifikata-sredi-rossiyskogo-konyaka-ekonom-segmenta-sostavi-27-aprelya-2023-228316> (дата обращения: 08.04.2024).
4. Оселедцева И.В. Теоретические и практические аспекты контроля качества коньячных дистиллятов и коньяков. Краснодар. 2016:1–295.
5. Скурихин И.М. Химия коньяка и бренди. М.: ДеЛи Принт. 2005:1–296.
6. Marche M., Joseph E., Goizet A., Audebert J. Étude théorique sur le cognac et son vieillissement en fûts de chêne. *Revue Française d'Enologie*. 1975;57:1–17.
7. Canas S. Phenolic composition and related properties of aged wine spirits: Influence of barrel characteristics. A review. *Beverages*. 2017;3(4):55. DOI 10.3390/beverages3040055.
8. Le Floch A., Jourdes M., Teissedre P-L. Polysaccharides and lignin from oak wood used in cooperage: Composition, interest, assays: A review. *Carbohydrate Research*. 2015;417:94–102. DOI 10.1016/j.carres.2015.07.003.
9. Puech J.-L. Extraction and evolution of lignin products in Armagnac matured in oak. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1981;32(2):111–114. DOI 10.5344/ajev.1981.32.2.111.
10. Piggott J.R., Conner J.M., Clyne J., Paterson A. The influence of non-volatile constituents on the extraction of ethyl esters from brandies. *J. Sci. Food Agric*. 1992;59(4):477–482. DOI 10.1002/jsfa.2740590409.
11. Хиабахов Т.С. Основы технологии коньячного производства России. Новочеркасск. 2001:1–159.
12. Коровин В.В., Оганесянц Л.А. Дуб в лесоводстве и виноделии. М: ДеЛи Принт. 2007:1–480.
13. Оселедцева И.В., Гугучкина Т.И., Марковский М.Г., Резниченко К.В. Характеристика подлинных и забракованных образцов бренди (коньяков) // *Виноделие и виноградарство*. 2011;2:16–17.
14. Луканин А., Сидоренко А. Критерии определения возраста коньячных спиртов // *Напої. Технології та інновації*. 2017;1 (66):36–43.
15. Шелудько О.Н., Агеева Н.М., Гугучкина Т.И., Бурцев Б.В., Антоненко М.В., Бирюкова С.А., Якуба Ю.Ф. Характеристика качественных коньячных дистиллятов // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2021;68(2):232–241. DOI 10.30679/2219-5335-2021-2-68-232-241.
16. Оселедцева И.В., Гугучкина Т.И., Соболев Э.М. Практическая реализация современных методов установления подлинности коньячной продукции // *Известия ВУЗов. Пищевая технология*. 2010;2–3:104–106.
17. Черкашина Ю.А. Идентификация коньяков с применением органолептического анализа и физико-химических методов: определение хроматических показателей, дубильных веществ и показателя pH // *Вестник Казанского технологического университета*. 2011;7:198–204.
18. Елисеев М.Н., Осипова В.П., Емельянова Л.К., Лакутин Д.Г., Алексеева О.М. Показатели, формирующие качество и идентификацию коньяков Франции // *Вестник Воронежского государственного университета инженеров технологий*. 2019;81(1):66–71. DOI 10.20914/2310-1202-2019-1-66-71.
19. Кальчицкая О.В., Михнюк Щ.Н., Юрченко Р.А. Зависимость концентрации экстрактивных веществ коньячных дистиллятов от сроков выдержки // *Виноделие и виноградарство*. 2015;1(2):30–33.
20. Урсул О.Н., Курченко В.П., Почицкая И.М. Оценка подлинности коньячной продукции. *Труды БГУ. Молекулярная биология*. 2009; 4(1):11.
21. Canas S., Belchior A.P., Spranger M.I., Bruno-de-Sousa R. High-performance liquid chromatography method for analysis of phenolic acids, phenolic aldehydes and furanic derivatives in brandies. *Development and Validation. J. Sep. Sci*. 2003;26:496–502. DOI 10.1002/jssc.200390066.
22. Canas S., Quaresma H., Belchior A.P., Spranger M.I., Bruno-de-Sousa R. Evaluation of wine brandies authenticity by the relationships between benzoic and cinnamic aldehydes and between furanic aldehydes. *Ciencia Tec. Vitiv*. 2004;19(1):13–27.
23. Delgado-González M.J., García-Moreno M.V., Sánchez-Guillén M.M., García-Barroso C., Guillén-Sánchez D.A. Colour evolution kinetics study of spirits in their ageing process in wood casks. *Food Control*. 2020;119(5):107468. DOI 10.1016/j.foodcont.2020.107468.
24. Чурсина О.А., Легашева Л.А., Белякова М.С. Характеристика цвета коньячных дистиллятов в системе CIE Lab // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2024;26(1):87–92. DOI 10.3491/IM.2024.74.79.014.
25. Chursina O., Zagorouiko V., Legasheva L., Pogorelov D., Belyakova M. Factors forming the quality of brandy distillates. *BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference «Modern Trends of Science, Innovative Technologies in Viticulture and Winemaking» (MTSITVW2023)*. 2023;78:7. DOI 10.1051/bioconf/20237806002.
26. Оселедцева И.В., Гугучкина Т.И., Якуба Ю.Ф., Резниченко К.В. Легколетучие идентификационные показатели качества коньячной продукции // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2011;7(1):82–95.
27. Методы техникохимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. Симферополь: Таврида. 2009:1–304.
28. Чурсина О.А., Погорелов Д.Ю., Мартыновская А.В., Легашева Л.А. Влияние компонентов альдегидной природы и фенольного комплекса на оптические характеристики коньячных дистиллятов // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2023;25(2):209–214. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.015.

References

1. Aliskerov A.R., Pavlenko O.V. Actual issues of identification and examination of cognac distillate for customs purposes. *Bulletin of Russian Customs Academy*. 2022;4:112–124. DOI 10.54048/20727240_2022_04_112 (in Russian).
2. Umarova N.N., Vildanova A.I., Davletshina F.I., Evgeniev M.I. Assessing the quality of cognacs based on the results of multivariate analysis. *Bulletin of the Technological University*. 2016;19(11):163–168 (in Russian).
3. Rosquality: the proportion of counterfeits of Russian brandy in the economy segment was 52 %. Access mode: <https://www.retail.ru/news/roskachestvo-dolya-falsifikata-sredi-rossiyskogo-konyaka-ekonom-segmenta-sostavi-27-aprelya-2023-228316> (access date: 04/08/2024) (in Russian).
4. Oseledtseva I.V. Theoretical and practical aspects of quality control of brandy distillates and cognacs. *Krasnodar*. 2016:1–295 (in Russian).
5. Skurikhin I.M. *Chemistry of cognac and brandy*. М.: DeLi Print. 2005:1–296 (in Russian).
6. Marche M., Joseph E., Goizet A., Audebert J. Étude théorique sur le cognac et son vieillissement en fûts de chêne. *Revue Française d'Enologie*. 1975;57:1–17.
7. Canas S. Phenolic composition and related properties of aged wine spirits: Influence of barrel characteristics. A review. *Beverages*. 2017;3(4):55. DOI 10.3390/beverages3040055.
8. Le Floch A., Jourdes M., Teissedre P-L. Polysaccharides and lignin from oak wood used in cooperage: Composition, interest, assays: A review. *Carbohydrate Research*. 2015;417:94–102. DOI 10.1016/j.carres.2015.07.003.

9. Puech J.-L. Extraction and evolution of lignin products in Armagnac matured in oak. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1981;32(2):111-114. DOI 10.5344/ajev.1981.32.2.111.
10. Piggott J.R., Conner J.M., Clyne J., Paterson A. The influence of non-volatile constituents on the extraction of ethyl esters from brandies. *J. Sci. Food Agric.* 1992;59(4):477-482. DOI 10.1002/jsfa.2740590409.
11. Khiabakhov T.S. Fundamentals of brandy production technology in Russia. *Novocherkassk*. 2001:1-159 (in Russian).
12. Korovin V.V., Oganesyants L.A. Oak in forestry and winemaking. M.: DeLi Print. 2007:1-480 (in Russian).
13. Oseledtseva I.V., Guguchkina T.I., Markovsky M.G., Reznichenko K.V. The characteristic of original and defective samples of brandies (cognacs). *Winemaking and Viticulture*. 2011;2:16-17 (in Russian).
14. Lukanin A., Sidorenko A. Criteria for determining the age of cognac spirits. *Beverages. Technologies and Innovations*. 2017;1(66):36-43 (in Russian).
15. Shelud'ko O.N., Ageeva N.M., Guguchkina T.I., Burtsev B.V., Antonenko M.V., Biryukova S.A., Yakuba Yu.F. Characteristics of quality brandy distillates. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2021;68(2):232-241 (in Russian).
16. Oseledtseva I.V., Guguchkina T.I., Sobolev E.M. Practical realization of modern ways for determination authenticity of brandy production. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*. 2010;2-3:104-107 (in Russian).
17. Cherkashina Yu.A. Identification of brandy using organoleptic analysis and physicochemical methods: determination of chromatic indicators, tannins, and pH indicator. *Bulletin of the Kazan Technological University*. 2011;7:198-204 (in Russian).
18. Eliseev M.N., Osipova V.P., Emelyanova L.K., Lakutin D.G., Alekseeva O.M. The quality identifiers of French cognacs. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2019;81(1):66-71. DOI 10.20914/2310-1202-2019-1-66-71.
19. Kalchitskaya O.V., Mikhnyuk Shch.N., Yurchenko R.A. Dependence of the concentration of extractive substances of cognac distillates on aging time. *Winemaking and Viticulture*. 2015;1(2):30-33 (in Russian).
20. Ursul O.N., Kurchenko V.P., Pochitskaya I.M. Assessing the authenticity of brandy products. *Proceedings of BSU. Molecular Biology*. 2009;4(1):11 (in Russian).
21. Canas S., Belchior A.P., Spranger M.I., Bruno-de-Sousa R. High-performance liquid chromatography method for analysis of phenolic acids, phenolic aldehydes and furanic derivatives in brandies. *Development and Validation. J. Sep. Sci.* 2003;26:496-502. DOI 10.1002/jssc.200390066.
22. Canas S., Quaresma H., Belchior A.P., Spranger M.I., Bruno-de-Sousa R. Evaluation of wine brandies authenticity by the relationships between benzoic and cinnamic aldehydes and between furanic aldehydes. *Ciencia Tec. Vitiv.* 2004;19(1):13-27.
23. Delgado-González M.J., García-Moreno M.V., Sánchez-Guillén M.M., García-Barroso C., Guillén-Sánchez D.A. Colour evolution kinetics study of spirits in their ageing process in wood casks. *Food Control*. 2020;119(5):107468. DOI 10.1016/j.foodcont.2020.107468.
24. Chursina O.A., Legasheva L.A., Belyakova M.S. Color characteristics of brandy distillates in the CIE Lab system. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2024;26(1):87-92. DOI 10.3491/IM.2024.74.79.014 (in Russian).
25. Chursina O., Zagorouiko V., Legasheva L., Pogorelov D., Belyakova M. Factors forming the quality of brandy distillates. *BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference «Modern Trends of Science, Innovative Technologies in Viticulture and Winemaking» (MTSITVW2023)*. 2023;78:7. DOI 10.1051/bioconf/20237806002.
26. Oseledtseva I.V., Guguchkina T.I., Yakuba Yu.F., Reznichenko K.V. Volatile identification indicators of the cognac production quality. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2011;7(1):82-95 (in Russian).
27. *Methods of technochemical control in winemaking*. Edited by Gerzhikova V.G. 2-nd edition. Simferopol: Tavrida. 2009:1-304 (in Russian).
28. Chursina O.A., Pogorelov D.Yu., Martynovskaya A.V., Legasheva L.A. The effect of aldehyde components and phenolic complex on the optical characteristics of brandy distillates. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2023;25(2):209-214. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.015 (in Russian).

Информация об авторах

Ольга Алексеевна Чурсина, д-р техн. наук, ст. науч. сотр., гл. науч. сотр. лаборатории коньяка; e-майл: chursina@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4976-0871>;

Людмила Алексеевна Легашева, канд. техн. наук, мл. науч. сотр. лаборатории коньяка; e-майл: lucyleg@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5617-1357>;

Дмитрий Юрьевич Погорелов, науч. сотр. лаборатории коньяка; e-майл: pogdmi@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6388-9706>.

Information about authors

Olga A. Chursina, Dr. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Chief Staff Scientist, Laboratory of Cognac and Brandy; e-mail: chursina@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4976-0871>;

Ludmila A. Legasheva, Cand. Techn. Sci., Junior Staff Scientist, Laboratory of Cognac and Brandy; e-mail: lucyleg@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5617-1357>;

Dmitry Yu. Pogorelov, Staff Scientist, Laboratory of Cognac and Brandy; e-mail: pogdmi@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6388-9706>.

Статья поступила в редакцию 15.05.2024, одобрена после рецензии 20.05.2024, принята к публикации 20.05.2024.