

Технологические аспекты регулирования содержания средних эфиров в коньячных виноматериалах и дистиллятах

Чурсина О.А.[✉], Загоруйко В.А., Легашева Л.А., Мартыновская А.В., Погорелов Д.Ю.,
Соловьев А.Е., Удод Е.Л.

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН,
Россия, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31

[✉]1olal45@mail.ru

Аннотация. Сложные эфиры являются важной составляющей в сложении букета коньяков, в количественном отношении уступая только высшим спиртам. Уровень их содержания в коньячных виноматериалах и дистиллятах зависит от многих факторов (сорта винограда, агроэкологических условий его произрастания, технологии получения виноматериалов и дистиллятов и др.). В связи с этим исследования, направленные на регулирование комплекса ароматических веществ коньячных виноматериалов и дистиллятов с целью повышения их качества являются актуальными. Представленные в статье результаты исследований позволили оценить влияние некоторых физико-химических и технологических факторов на ароматобразующий состав коньячных виноматериалов и дистиллятов. Установлено, что с повышением степени зрелости винограда в коньячных виноматериалах образуется больше средних эфиров. Наиболее существенный их прирост в виноматериалах установлен при массовой концентрации сахаров в винограде 162-175 г/дм³. Выявлено, что технологические обработки сусла оказывают положительное влияние на состав ароматобразующих веществ виноматериалов. Эффективность обработок возрастает при содержании фенольных веществ в сусле более 400 мг/дм³. Изучено влияние 12 рас дрожжей из КМВ ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» и установлена целесообразность использования рас дрожжей вида *Saccharomyces oviformis*, обладающих повышенной способностью к синтезу эфиров. Показано, что брожение сусла без доступа кислорода воздуха способствует повышению содержания в виноматериалах и коньячных дистиллятах суммы летучих компонентов, в т.ч. средних эфиров. Результаты исследований могут быть использованы для оптимизации технологических режимов и параметров производства коньячных виноматериалов и дистиллятов с целью повышения их качества.

Ключевые слова: виноград; массовая концентрация сахаров; обработка сусла; вспомогательные материалы; раса дрожжей; способ брожения; качество.

Для цитирования: Чурсина О.А., Загоруйко В.А., Легашева Л.А., Мартыновская А.В., Погорелов Д.Ю., Соловьев А.Е., Удод Е.Л. Технологические аспекты регулирования содержания средних эфиров в коньячных виноматериалах и дистиллятах // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021; 23(1): 76-82. DOI 10.35547/IM.2021.73.86.013

Technological aspects of regulating the content of medium-chain esters in brandy base wines and distillates

Chursina O.A.[✉], Zagorouiko V.A., Legasheva L.A., Martynovskaya A.V., Pogorelov D.Yu.,
Soloviev A.E., Udod E.L.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova Str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia

[✉]1olal45@mail.ru

Abstract. Esters are the essential components in the composition of brandy bouquet, in terms of quantity giving place only to higher alcohols. Their level of content in brandy base wines and distillates depends on many factors (grape variety, agroecological conditions of growing, production technology of base wines and distillates, etc.). In this regard, the studies aimed at regulating the complex of aromatic substances of brandy base wines and distillates in order to improve their quality are relevant now. The research results presented in the article made it possible to assess the effect of some physicochemical and technological factors on the aroma-producing composition of brandy base wines and distillates. It was found that increasing of the degree of grape maturity raises the formation of medium-chain esters in brandy base wines. The most significant increase of esters in base wines was established at mass concentration of sugars in grapes - 162-175 g/dm³. It was revealed that technological processing of the must positively affects the composition of aroma-producing substances of base wines. The effectiveness of the processing increases when the content of phenolic substances in the must is more than 400 mg/dm³. The influence of 12 yeast races from the Collection of Microorganisms of Winemaking of the FSBSI Institute Magarach was studied, the expediency of using yeast races of the *Saccharomyces oviformis* species, possessing an increased ability to synthesize esters, was established. It was shown that must fermentation without the access of air oxygen contributes to an increase in the content of the sum of volatile components, including medium-chain esters, in base wines and brandy distillates. The research results can be used to optimize the technological modes and parameters of production of brandy base wines and distillates in order to improve their quality.

Key words: grapes; mass concentration of sugars; must processing; auxiliary materials; yeast race; method of fermentation; quality.

For citation: Chursina O.A., Zagorouiko V.A., Legasheva L.A., Martynovskaya A.V., Pogorelov D.Yu., Soloviev A.E., Udod E.L. Technological aspects of regulating the content of medium-chain esters in brandy base wines and distillates. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021; 23(1): 76-82 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.73.86.013

Введение

Сложные эфиры являются важной составляющей частью ароматобразующего комплекса коньячных дистиллятов и коньяков, в количественном отношении уступая только высшим спиртам. Доля их в сумме летучих примесей может составлять до 30 % [1].

Основным недостатком в сложении букета отечественных коньяков является значительное преобладание сивушных и эфиральдегидных тонов, интенсивность которых в 1,8 раза превосходит уровень плодово-цветочных дескрипторов, которые, например, во французских образцах являются доминирующими (в 1,2 раза) [1, 2].

Уровень содержания ароматобразующих компонентов в коньячных дистиллятах зависит от многих факторов: сорта и степени зрелости винограда, почвенно-климатических и агротехнических условий его произрастания, условий брожения и применяемой расы дрожжей, технологических приемов осветления сусла, производства виноматериалов и дистиллятов, вспомогательных материалов и др. [3-7].

В винограде неароматичных сортов, используемых в коньячном производстве, эфиры содержатся в небольших количествах, большинство из них образуется при спиртовом брожении как побочный продукт. В виноматериале они представлены, в основном, сложными эфирами монокарбоновых кислот: производными уксусной кислоты, этанола или высших спиртов (этилацетат, изобутилацетат, изоамилацетат и β -фенилацетат) и производными этанола и насыщенных жирных кислот с прямой цепью (этилгексанол, этилоктанол, этилдеканол) [8]. Если ацетатные эфиры ответственны в большей степени за формирование аромата вин, то этиловые эфиры более значимы в продуктах дистилляции [9].

Основным компонентом летучих сложных эфиров является этилацетат, концентрация которого при брожении возрастает с 2-5 мг/дм³ до 160 мг/дм³ и выше. Содержание других сложных эфиров жирных кислот увеличивается менее значительно – с 0,1-0,5 до 1-10 г/дм³.

Штаммы дрожжей обладают различной способностью к синтезу сложных эфиров, в том числе и тех, которые могут оказывать негативное влияние на аромат вин и коньяков, как например, дрожжи рода *Pichia* (*Hansenula anomala*) или рода *Hanseniaspora* (*Kloeckera apiculata*), синтезирующие до 900 мг/дм³ этилацетата, в то время как его содержание в винах не должно превышать 200 мг/дм³ [10-13]. В сравнении с ними используемые в виноделии дрожжи вида *Saccharomyces cerevisiae* проявляют слабовыраженную эфиробразующую способность [11, 14], продуцируя большинство эфиров в концентрации около пороговых значений [15].

Предполагается, что физиологическая роль синтеза сложных эфиров довольно многогранна и связана со многими важными процессами жизнедеятельности дрожжевой клетки: регулированием внутриклеточного окислительно-восстановительного баланса [16], проницаемости плазматической мембраны в стрессовых условиях [17], гомеостазом жирных кислот, механизмами детоксикации и др.

Механизм, посредством которого дрожжи синтезируют эти ароматические соединения, также до конца не выяснен. Отмечено, что сложные эфиры образуются в результате внутриклеточных процессов, которые катализируются специфическими ферментами, участвующими в метаболизме жирных кислот, белков, углеводов и липидов [17, 18]. Одни коферменты, вступая во взаимодействие с этанолом, катализируют образование этиловых эфиров, другие, участвуя в реакции с высшими спиртами, способствуют образованию ацетатных эфиров, при этом прямой связи между высшими спиртами и производством ацетатных эфиров обнаружено не было [17, 18].

Стратегии оптимизации синтеза ароматических соединений основываются на контроле условий ферментации, содержании питательных веществ. Выявлены некоторые параметры состава ферментационной среды, которые влияют на скорость образования эфиров (глюкоза, этанол, азот, жирные кислоты, липиды и др.), а также условия ферментации (количество растворенного кислорода, температура и др.) [14, 19-24].

Таким образом, формирование ароматобразующего состава и органолептических показателей коньячной продукции во многом определяется не только качеством виноградного сырья, но также зависит от технологических операций и вспомогательных материалов.

В связи с этим исследования, направленные на регулирование комплекса ароматических веществ коньячных виноматериалов и дистиллятов с целью повышения их качества являются актуальными.

Цель исследований – изучить влияние физико-химических и технологических факторов на ароматобразующий состав коньячных виноматериалов и дистиллятов.

Материалы и методы исследований

Материалами исследований являлись: коньячные виноматериалы, полученные из различных сортов винограда (урожая 2015-2019 гг.) в условиях микровиноделия по общепринятой технологии (дробление винограда с гребнеотделением, отделение сусла, отстаивание сусла 12 ч при температуре 10-12°C, брожение сусла) с использованием 12 рас чистых культур дрожжей из Коллекции микроорганизмов виноделия ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН»: 47-К, Кокур 3, Артемовская 7, Магарач 17-35, Херес 20С/96, Севастопольская 23, Ленинградская, Магарач 125, Феодосия I-19, Ркацители 6, Судак VI-5, Новоцимлянская 3 [25]; молодые коньячные дистилляты, полученные на стендовой установке методом двойной сгонки по шарантской технологии. Всего было использовано 55 партий винограда, выработано 236 образцов виноматериалов и 243 образца молодых коньячных дистиллятов.

Анализ химического состава виноматериалов и дистиллятов по основным показателям проводили общепринятыми методами [26]. Определение компонентов ароматобразующего комплекса осуществляли на газовом хроматографе Agilent Technologies 6890, оснащенного пламенно-ионизационным детектором и кварцевой капиллярной колонкой (30 м x 0,32 мм, жидкая фаза – полиэтиленгликоль / нитротерефталевая кислота, толщина слоя – 0,25 мкм). В качестве га-

за-носителя применяли водород, разделение пробы на компоненты проводили в условиях термостатирования, от 70 до 180°C, при скорости прироста температуры 12°C/мин).

В работе использовали опытные образцы виноматериалов и молодых коньячных дистиллятов, удовлетворяющие по микробиологическим, физико-химическим и органолептическим показателям требованиям нормативной документации.

Органолептическую оценку виноматериалов и дистиллятов проводили с привлечением дегустационной комиссии ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». Результаты проведенных исследований систематизировали, обрабатывали методами математической статистики, используя корреляционный и регрессионный анализы (пакет прикладных программ MS Office, Excel 2007).

Обсуждение результатов

Исследования виноматериалов, полученных из винограда с разной массовой концентрацией сахаров показали, что с повышением степени зрелости ягод винограда коньячные виноматериалы накапливают больше средних эфиров, причем наиболее существенная разница в их содержании (до 40%) установлена между диапазоном сахаров 132-154 г/дм³ и 162-175 г/дм³. Отмечено, что увеличение уровня средних эфиров в виноматериале в процессе созревания ягод связано, в основном, с возрастанием массовой концентрации этилацетата, этиллактата и диэтилсукцината, а также компонентов энантиомерного эфира (этилкаприлата, этилкаприната и др.).

При дальнейшем увеличении массовой концентрации сахаров в винограде до 180-212 г/дм³ содержание средних эфиров в виноматериалах увеличивалось не так значительно (до 16 %).

Анализ летучих компонентов молодых коньячных дистиллятов также показал наиболее высокий уровень этиловых эфиров в образцах из винограда, достигшего технической зрелости (в диапазоне сахаров 170±10 г/дм³) (рис. 1). По органолептической оценке эти образцы превосходили остальные и характеризовались развитым сортовым ароматом и гармоничным вкусом. Сбор и переработка технически незрелого винограда не обеспечивали накопления необходимого уровня средних эфиров, в букете преобладали сивушные тона, что снижало качество коньячной продукции.

В отсутствие диоксида серы, использование которого в коньячном производстве ограничено, в сусле под влиянием оксидаз активируются окислительно-восстановительные реакции с участием фенольных веществ, которые вовлекая в сопряженное окисление различные классы органических соединений (кислот, спиртов, альдегидов, эфиров и др.) приводят к образованию продуктов окисления, негативно влияющих на состав комплекса ароматобразующих веществ не

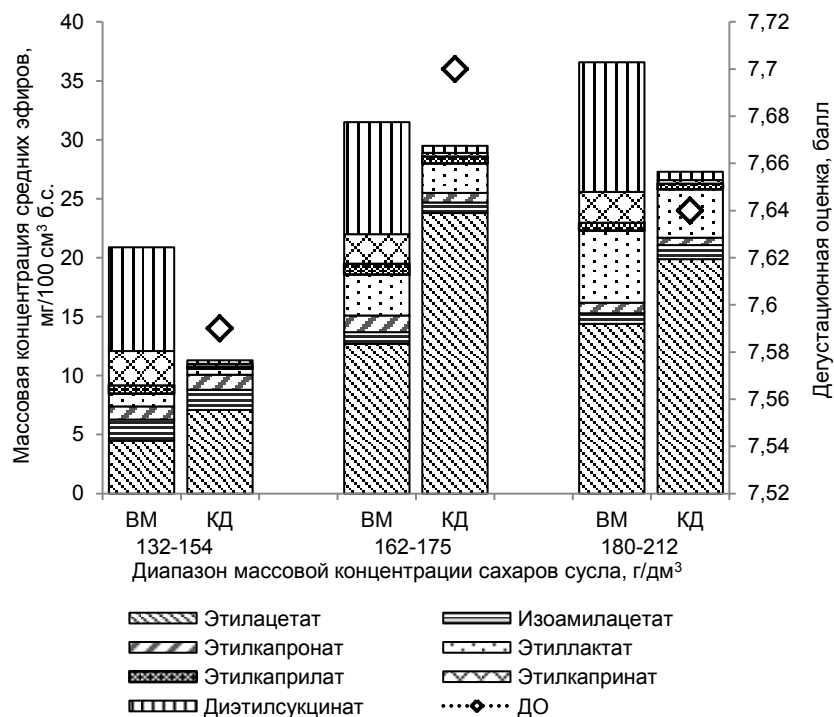


Рисунок 1. Динамика содержания средних эфиров в коньячных виноматериалах (ВМ) и молодых коньячных дистиллятах (КД) из сорта винограда Первенец Магарача при созревании ягод

Figure 1. Dynamics of content of medium-chain esters in brandy base wines and young brandy distillates made of 'Pervenets Magaracha' grape variety during ripening of berries

только виноматериалов, но и дистиллятов. Для предотвращения влияния таких факторов применяют обработку сусла различными вспомогательными материалами.

По результатам работы установлено, что применение препарата диоксида кремния (АК) совместно с эножелатином при флотации или отстаивании сусла, а также бентонита отдельно или совместно с препаратом растительного белка способствует повышению уровня средних эфиров (рис. 2). Установлено, что эффективность обработок сусла органическими и ми-

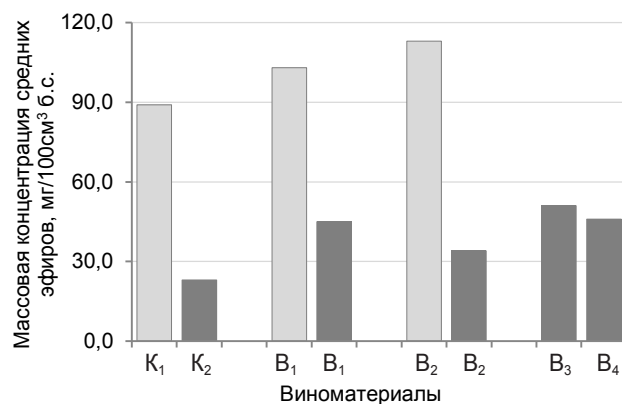


Рисунок 2. Влияние обработок сусла на содержание средних эфиров в виноматериалах: K₁, K₂ – контроли; B₁ – бентонит; B₂ – препарат АК + желатин (эножелатин); B₃ – танин; B₄ – препарат растительного белка + бентонит

Figure 2. The effect of must treatment on the content of medium-chain esters in base wines: K₁, K₂ – controls; B₁ – bentonite; B₂ – AK + gelatin (enogelatin); B₃ – tannin; B₄ – phytalbumin preparation + bentonite

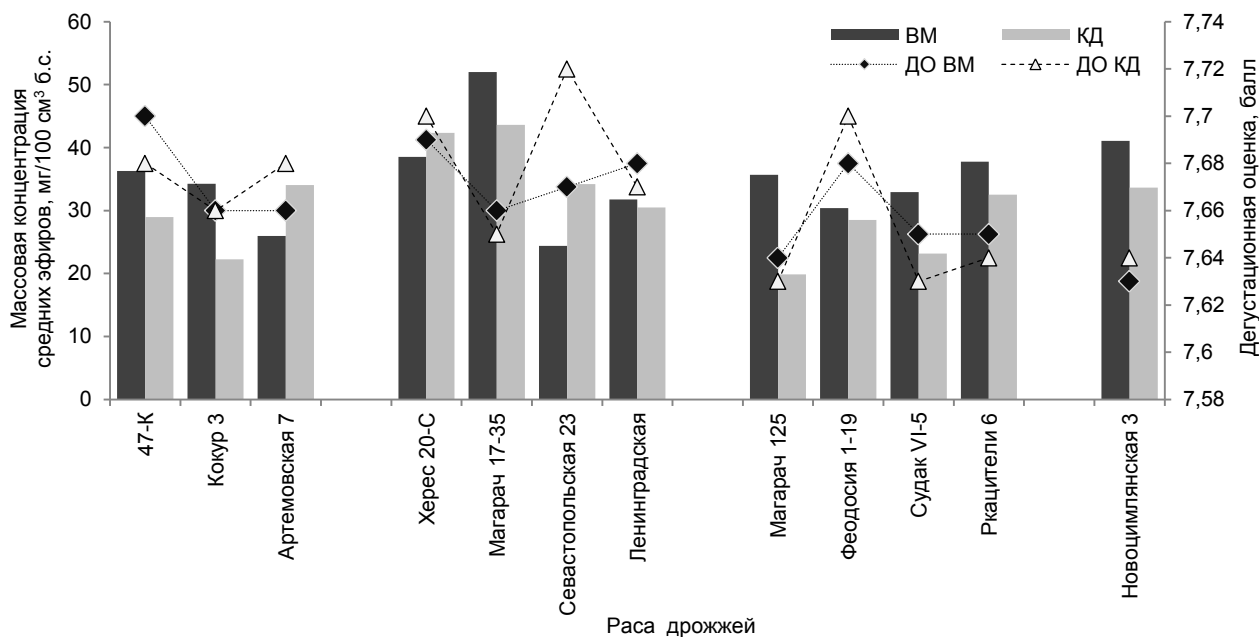


Рисунок 3. Содержание средних эфиров и дегустационная оценка (ДО) виноматериалов (ВМ) и коньячных дистиллятов (КД) из разных сортов винограда в зависимости от расы дрожжей (средние значения)

Figure 3. The content of medium-chain esters and tasting evaluation of base wines and brandy distillates made of different grape varieties depending on the yeast race (average values)

неральными сорбентами существенно возрастает при массовой концентрации фенольных веществ сусла более 400 мг/дм³. При более низком содержании фенольных веществ (до 250 мг/дм³) и взвесей (до 30 г/л), обработка сусла может быть исключена.

Расы дрожжей обладают различной синтезирующей способностью летучих веществ, которые влияют на состав комплекса ароматических компонентов виноматериалов и молодых коньячных дистиллятов [7, 27-30].

Как показали наши многолетние исследования, в зависимости от используемой расы дрожжей содержание средних эфиров в однородных виноматериалах из одного сорта винограда может варьировать в широком диапазоне (от 1,7 до 3,8 раз) (рис. 3).

По совокупности показателей физико-химического состава и органолептических характеристик виноматериалов установлено преимущество использования рас дрожжей вида *Saccharomyces oviformis* (Херес 20С/96, Магарач 17-35, Севастопольская 23), обладающих повышенной способностью к синтезу сложных эфиров.

Важно отметить, что использование даже наиболее эффективных рас дрожжей для сбраживания сусла из винограда, не достигшего технической зрелости, не позволяет обеспечить в виноматериалах уровень содержания средних эфиров, соответствующий значениям показателя в виноматериалах, полученных из технически зрелого винограда с применением менее продуктивных рас дрожжей (рис. 4).

Исследования способа брожения показали, что особенности метаболических процессов дрожжевой клетки при расщеплении углеводов, обусловленных условиями брожения (с доступом и без доступа кислорода воздуха) также оказывают влияние на состав ароматобразующих компонентов виноматериалов. Выявлено, что брожение сусла без доступа кислоро-

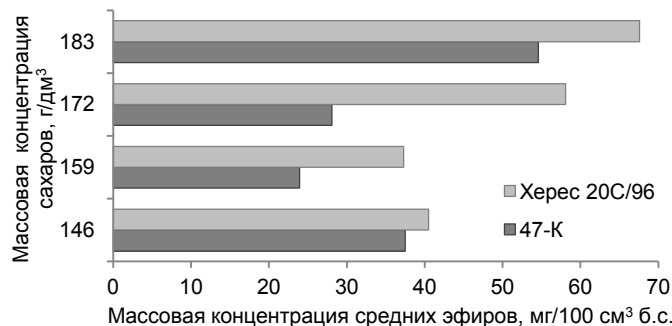


Рисунок 4. Влияние рас дрожжей 47-К и Херес 20С/96 на динамику содержания средних эфиров в коньячных виноматериалах из сорта винограда Шабаш при созревании ягод

Figure 4. The effect of yeast races '47-K' and 'Xeres 20C/96' on dynamics of content of medium-chain esters in brandy base wines made of 'Shabash' grape variety during ripening of berries

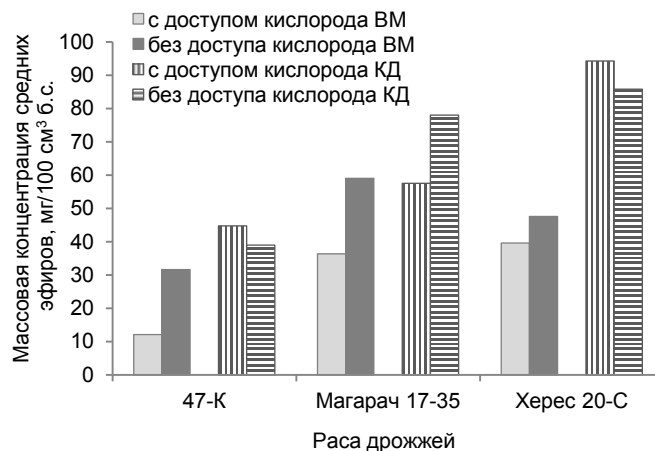


Рисунок 5. Влияние условий брожения на содержание средних эфиров в коньячных виноматериалах и молодых коньячных дистиллятах из сорта винограда Первенец Магарача

Figure 5. The effect of fermentation conditions on the content of medium-chain esters in brandy base wines and young brandy distillates made of 'Pervenets Magaracha' grape variety

да воздуха способствовало повышению содержания в виноматериалах суммы летучих компонентов, в т.ч. средних эфиров (до 21 %) (рис. 5).

Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии способа брожения сусла без доступа кислорода воздуха, что согласуется с исследованиями других авторов [31].

Выводы

Установлено, что с повышением степени зрелости винограда коньячные виноматериалы характеризуются более высоким содержанием средних эфиров, максимальный прирост которых отмечен в виноматериалах, выработанных из винограда с массовой концентрацией сахаров 162-175 г/дм³. Сбор и переработка технически незрелого винограда не обеспечивали необходимого накопления уровня средних эфиров, что существенно снижало качество коньячной продукции.

Выявлено, что технологические обработки сусла сорбентами оказывают положительное влияние на состав ароматобразующих веществ виноматериалов, эффективность которых возрастает при содержании фенольных веществ в сусле более 400 мг/дм³.

Изучено влияние 12 рас дрожжей из Коллекции микроорганизмов виноделия ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач», установлена целесообразность использования рас дрожжей вида *Saccharomyces oviformis*, обладающих повышенной способностью к синтезу эфиров. Выявлено, что брожение сусла без доступа кислорода воздуха способствует повышению содержания в виноматериалах и коньячных дистиллятах суммы летучих компонентов, в т.ч. средних эфиров. Результаты исследований могут быть использованы для оптимизации технологических режимов и параметров производства коньячных виноматериалов и дистиллятов с целью повышения их качества.

Источник финансирования

Работа выполняется в рамках Государственного задания Минобрнауки России № 0833-2019-0012.

Financing source

The study was conducted under public assignment No. 0833-2019-0012.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Семененко Н.Т. Совершенствование технологии коньячного производства и повышение качества продукции // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. 1980;3:37-38.
2. Puech J.L., Leaute R., Clot G., Nomdedeu L., Mondies H., Castagnet P., Laurichesse D. Evolution de divers constituants volatils et phénoliques des eaux-de-vie de Cognac au cours de leur vieillissement. Sciences des aliments. 1984; 4(1): 65-80.
3. Чурсина О.А., Легашева Л.А., Загоруйко В.А., Яланецкий А.Я., Соловьева Л.М., Соловьев А.Е., Удод Е.Л., Мартыновская А.В., Гаске З.И., Ульяновцев С.О. Влияние сортовых особенностей винограда на качество коньячных виноматериалов // Виноградарство и виноделие: Сб. научных трудов ВНИИВиВ «Магарач». Ялта. 2018. Т. 47:71-74.
4. Чурсина О.А., Легашева Л.А., Загоруйко В.А., Соловьева Л.М., Соловьев А.Е., Удод Е.Л., Мартыновская А.В., Ульяновцев С.О., Гаске З.И. Влияние сортовых особенностей винограда на качество и состав летучих веществ молодых коньячных дистиллятов // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2019; 21(2):168-173. DOI: 10.35547/IM.2019.21.2.018.
5. Tsakiris A., Kallithrakab S., Kourkoutas Y. Grape brandy production, composition and sensory evaluation. J. Sci. Food Agric. 2014; 94:404-414. DOI: 10.1002/jsfa.6377.
6. Чурсина О.А., Легашева Л.А., Загоруйко В.А., Удод Е.Л. Влияние расы дрожжей на ароматобразующий комплекс виноматериалов для производства коньяков // Проблемы развития АПК регионов. 2018;4(36):205-211.
7. Margalit Y. Concepts in Wine Chemistry (3rd ed.). J. Crum, Ed. San Francisco: The Wine Appreciation Guild. 2012. 528 p.
8. Zoecklein B.W., Fugelsang K.C., Gump B.H., Nury, F.S. Wine Analysis and Production. New York City: Kluwer Academic. Plenum Publishers. 1999. 639 p.
9. Boulton R.B., Singleton V.L., Bisson L.F., Kunkee, R.E. Principles and Practices of Winemaking. New York City: Springer Science and Business Media Inc. 1996. 593 p.
10. Stribny J., Gamero A., Pérez-Torrado R., Querol A. Saccharomyces kudriavzevii and Saccharomyces uvarum differ from Saccharomyces cerevisiae during the production of aroma-active higher alcohols and acetate esters using their amino acidic precursors. International Journal of Food Microbiology. 2015; 205:41-46. DOI:10.1016/j.ijfoodmicro.2015.04.003.
11. Petrucci L., Capozzi V., Berbegal C., Corbo M. R., Bevilacqua A., Spano G., Sinigaglia M. Microbial Resources and Enological Significance: Opportunities and Benefits. Frontiers in Microbiology, 2017. Vol.8. 13 p. DOI:10.3389/fmicb.2017.00995.
12. Оселедцева И.В. Теоретические и практические аспекты контроля качества коньячных дистиллятов и коньяков. Краснодар, 2016. 295 с.
13. Saerens S. M. G., Delvaux F. R., Verstrepen K. J., Thevelein J. M. Production and biological function of volatile esters in *Saccharomyces cerevisiae*. Microbial Biotechnology. 2010; 3(2):165-177. DOI:10.1111/j.1751-7915.2009.00106.x.
14. Malcorps P., Dufour J.-P. Short-chain and medium-chain aliphatic-ester synthesis in *Saccharomyces cerevisiae*. European Journal of Biochemistry. 1992; 210(3):1015-1022. DOI:10.1111/j.1432-1033.1992.tb17507.x.
15. Mason A.B., Dufour J.-P. Alcohol acetyltransferases and the significance of ester synthesis in yeast. Yeast. 2000; 16(14): 1287-1298. DOI:10.1002/1097-0061(200010)16:14<1287::aid-yea613>3.0.co;2-i.
16. Rollero S., Mouret J.-R., Sanchez I., Camarasa C., Ortiz-Julien A., Sablayrolles J.-M., Dequin S. Key role of lipid management in nitrogen and aroma metabolism in an evolved wine yeast strain. Microbial Cell Factories. 2016; 15(1). 15 p. DOI:10.1186/s12934-016-0434-6.
17. Miller A.C., Wolff S.R., Bisson L.F., Ebeler S.E. Yeast strain and nitrogen supplementation: dynamics of volatile ester production in Chardonnay juice fermentations. Am. J. Enol. Vitic. 2007; 58: 470-483.
18. Vilanova M., Ugliano M., Varela C., Siebert T., Pretorius I.S., Henschke P.A. Assimilable nitrogen utilisation and production of volatile and non volatile compounds in chemically defined medium by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts. Appl. Microbiol. Biotechnol. 2007; 77: 145-157.
19. Carrau F.M., Medina K., Farina L., Boido E., Henschke P.A., Dellacassa E. Production of fermentation aroma compounds by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts: effects of yeast

- assimilable nitrogen on two model strains. *FEMS Yeast Res.* 2008; 8:1196–1207.
22. Saerens S.M., Delvaux F., Verstrepen K.J., Van Dijck P., Thevelein J.M., Delvaux F.R. Parameters affecting ethyl ester production by *Saccharomyces cerevisiae* during fermentation. *Appl. Environ. Microbiol.* 2008; 74:454–461.
 23. Saerens S.M., Verbelen P.J., Vanbeneden N., Thevelein J.M., Delvaux F.R. Monitoring the influence of high gravity brewing and fermentation temperature on flavour formation by analysis of gene expression levels in brewing yeast. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2008; 80:1039–1051.
 24. Davis C., Wibowo D., Eschenbruch R., Lee T., Fleets G. Practical implications of malolactic fermentation: a review. *American Journal of Enology and Viticulture.* 1985; 36(4): 290–301.
 25. Танащук Т.Н., Кишковская С.А., Иванова Е.В., Скорикова Т.К. Коллекция микроорганизмов виноделия. Каталог культур. Ялта: ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН», 2017. 174 с.
 26. Методы теххимического контроля в виноделии / Под ред. В.Г. Гержиковой. Симферополь: Таврида, 2009. 303 с.
 27. Хибахов Т.С. Сырьевая база коньячного производства // Виноделие и виноградарство. 2002; 2:12–14.
 28. Агеева Н.М., Аванесьянц Р.В. Биохимические особенности производства коньячных виноматериалов. Краснодар, 2011. 135 с.
 29. Saerens S.M., Delvaux F.R., Verstrepen K.J., Thevelein J.M. Production of volatile esters in *Saccharomyces cerevisias*. *Microbial Biotechnology.* 2010; 3(2): 165–177. DOI: 10.1111/j.1751-7915.2009.00106.x.
 30. Morales M.L., Fierro-Risco J., Ríos-Reina R., Ubeda C., Paneque P. Influence of *Saccharomyces cerevisiae* and *Lachancea thermotolerans* co-inoculation on volatile profile in fermentations of a must with a high sugar content. *Food Chemistry.* 2018; 276:427–435. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.10.041.
 31. Houtman A.C. Marais I., du Plessis C.S. Factors affecting the reproducibility of fermentation of grape juice and aroma composition of wine. *Vitis.* 1980; 19(1):37–54.
- ### References
1. Semenenko N.T. Improving the technology of cognac production and improving product quality. *Horticulture, viticulture and winemaking of Moldova.* 1980; 3:37–38 (in Russian).
 2. Puech J.L., Leaute R., Clot G., Nomdedeu L., Mondies H., Castagnet P., Laurichesse D. Evolution de divers constituants volatils et phénoliques des eaux-de-vie de Cognac au cours de leur vieillissement. *Sciences des aliments.* 1984; 4(1): 65–80.
 3. Chursina O.A., Legasheva L.A., Zagorujko V.A., Yalanetskii A.Ya., Solovyova L.M., Soloviev A.E., Udod E.L., Martynovskaya A.V., Gaske Z.I., Uluantsev S.O. The impact of varietal peculiarities on the quality of brandy wine materials. *Viticulture and Winemaking. Scientific works of FSBSI Magarach of the RAS* 2018; 47:71–74 (in Russian).
 4. Chursina O.A., Legasheva L.A., Zagorujko V.A., Solovyova L.M., Soloviev A.E., Udod E.L., Martynovskaya A.V., Uluantsev S.O., Gaske Z.I. The effect of grapevine varietal features on the quality and composition of volatile substances of young brandy distillates. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2019; 21(2):168–173 (in Russian).
 5. Teissedre P.L. Composition of grape and wine from resistant vines varieties // *OENO One.* 2018; 52(3):211–217. DOI: 10.20870/oeno-one.2018.52.3.2223.
 6. Tsakiris A., Kallithrakab S., Kourkoutas Y. Grape brandy production, composition and sensory evaluation. *J. Sci. Food Agric.* 2014; 94:404–414. DOI: 10.1002/jsfa.6377.
 7. Chursina O.A., Legasheva L.A., Zagorujko V.A., Udod E.L. Influence of the yeast race on the flavoring complex wine materials for cognac production. *Problemy razvitiya APK regionov.* 2018; 4(36):205–211 (in Russian).
 8. Margalit Y. *Concepts in Wine Chemistry* (3rd ed.). J. Crum, Ed. San Francisco: The Wine Appreciation Guild. 2012. 528 p.
 9. Zoecklein B.W., Fugelsang K.C., Gump B.H., Nury, F.S. *Wine Analysis and Production.* New York City: Kluwer Academic. Plenum Publishers. 1999. 639 p.
 10. Boulton R.B., Singleton V.L., Bisson L.F., Kunkee, R.E. *Principles and Practices of Winemaking.* New York City: Springer Science and Business Media Inc. 1996. 593 p.
 11. Stribny J., Gamero A., Pérez-Torrado R., Querol A. *Saccharomyces kudriavzevii* and *Saccharomyces uvarum* differ from *Saccharomyces cerevisiae* during the production of aroma-active higher alcohols and acetate esters using their amino acidic precursors. *International Journal of Food Microbiology.* 2015; 205:41–46. DOI:10.1016/j.ijfoodmicro.2015.04.003.
 12. Petrucci L., Capozzi V., Berbegal C., Corbo M. R., Bevilacqua A., Spano G., Sinigaglia M. *Microbial Resources and Ecological Significance: Opportunities and Benefits.* *Frontiers in Microbiology,* 2017. Vol.8. 13 p. DOI:10.3389/fmicb.2017.00995.
 13. Oseledtseva I.V. Theoretical and practical aspects of quality control of cognac distillates and cognacs. *Krasnodar.* 2016. 295 p. (in Russian).
 14. Burian N.I. *Microbiology of winemaking.* Yalta: IViV «Magarach», 1997. 432 p. (in Russian).
 15. Saerens S. M. G., Delvaux F. R., Verstrepen K. J., Thevelein J. M. Production and biological function of volatile esters in *Saccharomyces cerevisiae*. *Microbial Biotechnology.* 2010; 3(2):165–177. DOI:10.1111/j.1751-7915.2009.00106.x.
 16. Malcorps P., Dufour J.-P. Short-chain and medium-chain aliphatic-ester synthesis in *Saccharomyces cerevisiae*. *European Journal of Biochemistry.* 1992; 210(3):1015–1022. DOI:10.1111/j.1432-1033.1992.tb17507.x.
 17. Mason A.B., Dufour J.-P. Alcohol acetyltransferases and the significance of ester synthesis in yeast. *Yeast.* 2000; 16(14):1287–1298. DOI:10.1002/1097-0061(200010)16:14<1287::aid-yea613>3.0.co;2-i.
 18. Rollero S., Mouret J.-R., Sanchez I., Camarasa C., Ortiz-Julien A., Sablayrolles J.-M., Dequin S. Key role of lipid management in nitrogen and aroma metabolism in an evolved wine yeast strain. *Microbial Cell Factories.* 2016; 15(1). 15 p. DOI:10.1186/s12934-016-0434-6.
 19. Miller A.C., Wolff S.R., Bisson L.F., Ebeler S.E. Yeast strain and nitrogen supplementation: dynamics of volatile ester production in Chardonnay juice fermentations. *Am. J. Enol. Vitic.* 2007; 58:470–483.
 20. Vilanova M., Ugliano M., Varela C., Siebert T., Pretorius I.S., Henschke P.A. Assimilable nitrogen utilisation and production of volatile and non volatile compounds in chemically defined medium by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2007; 77:145–157.
 21. Carrau F.M., Medina K., Farina L., Boido E., Henschke P.A., Dellacassa E. Production of fermentation aroma compounds by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts: effects of yeast assimilable nitrogen on two model strains. *FEMS Yeast Res.* 2008; 8:1196–1207.
 22. Saerens S.M., Delvaux F., Verstrepen K.J., Van Dijck P., Thevelein J.M., Delvaux F.R. Parameters affecting ethyl ester production by *Saccharomyces cerevisiae* during fermentation. *Appl. Environ. Microbiol.* 2008; 74:454–461.

23. Saerens S.M., Verbelen P.J., Vanbeneden N., Thevelein J.M., Delvaux F.R. Monitoring the influence of high gravity brewing and fermentation temperature on flavour formation by analysis of gene expression levels in brewing yeast. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2008; 80:1039-1051.
24. Davis C., Wibowo D., Eschenbruch R., Lee T., Fleets G. Practical implications of malolactic fermentation: a review. *American Journal of Enology and Viticulture.* 1985; 36(4):290-301.
25. Tanashhuk T.N., Kishkovskaja S.A., Ivanova E.V., Skorikova T.K. Collection of microorganisms of winemaking. Catalog of cultures. Yalta, FGBUN «VNNIIViV «Magarach» RAN» Publ., 2017. 174 p. (in Russian).
26. Gerzhikova V.G. Methods of Technological Control in Wine-making. Simferopol, Tavrida Publ. 2009. 303 p. (in Russian).
27. Hiabahov T.S. Raw materials base of cognac manufacture. Winemaking and viticulture. 2002; 2:12-14 (in Russian).
28. Ageeva N.M., Avanes'janc R.V. Biochemical features of the production of cognac wine materials. Krasnodar, 2011. 135 p. (in Russian).
29. Saerens S.M., Delvaux F.R., Verstrepen K.J., Thevelein J.M. Production of volatile esters in *Saccharomyces cerevisias*. *Microbial Biotechnology.* 2010; 3(2):165-177. DOI: 10.1111/j.1751-7915.2009.00106.x.
30. Morales M.L., Fierro-Risco J., Ríos-Reina R., Ubeda C., Paneque P. Influence of *Saccharomyces cerevisiae* and *Lachancea thermotolerans* co-inoculation on volatile profile in fermentations of a must with a high sugar content. *Food Chemistry.* 2018; 276:427-435. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.10.041.
31. Houtman A.C. Marais I., du Plessis C.S. Factors affecting the reproducibility of fermentation of grape juice and aroma composition of wine. *Vitis.* 1980; 19(1):37-54.

Информация об авторах

Ольга Алексеевна Чурсина, д-р техн. наук, ст. науч. сотр., гл. науч. сотр. лаборатории коньяка, olal45@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4976-0871>;

Виктор Афанасьевич Загоруйко, д-р техн. наук, профессор, член-корр. НААН, гл. науч. сотр. лаборатории коньяка, зав. лабораторией коньяка, vikzag51@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1350-7551>;

Людмила Алексеевна Легашева, мл. науч. сотр. лаборатории коньяка, lusi2402@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5617-1357>;

Алина Васильевна Мартыновская, мл. науч. сотр. лаборатории экспериментального виноделия и коллекционных вин, alino4ka81292@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2416-3077>;

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

Александр Ефимович Соловьев, науч. сотр. лаборатории коньяка, weinbauer@mail.ru;

Елена Леонидовна Удод, науч. сотр. лаборатории коньяка, urupa.erops@yandex.ru.

Information about authors

Olga A. Chursina, Dr. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Cognacs, olal45@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4976-0871>;

Victor A. Zagorouiko, Dr. Tech. Sci., Professor, Senior Staff Scientist, Laboratory of Cognacs, Head of Laboratory of Cognac, vikzag51@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1350-7551>;

Ludmila A. Legasheva, Junior Staff Scientist, Laboratory of Cognacs, lusi2402@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5617-1357>;

Alina V. Martynovskaya, Junior Staff Scientist, Laboratory of Experimental Wineries and Wine Collection, alino4ka81292@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2416-3077>;

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

Alexander E. Soloviev, Staff Scientist, Laboratory of Cognac, weinbauer@mail.ru;

Elena L. Udod, Staff Scientist, Laboratory of Cognac, urupa.erops@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 08.02.2021, одобрена после рецензии 11.02.2021, принята к публикации 20.02.2021