

УДК 662.22.253

DOI 10.30679/2219-5335-2021-1-67-343-357

**АРОМАТОБРАЗУЮЩИЙ
КОМПЛЕКС КРАСНЫХ
СУХИХ ВИН «КАРА-КОЙСУ»
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ШТАММА
SACCHAROMYCES CEREVISIAE
Y-4270**

Котенко Светлана Цалистиновна¹
канд. биол. наук
ведущий научный сотрудник
лаборатории биохимии
и биотехнологии
e-mail: kotenko3939@mail.ru

Халилова Эсланда Абдурахмановна¹
канд. биол. наук
ведущий научный сотрудник
лаборатории биохимии
и биотехнологии
e-mail: eslanda61@mail.ru

Аливердиева Динара Алиевна¹
канд. биол. наук
ведущий научный сотрудник
лаборатории биохимии
и биотехнологии
e-mail: aliverdieva_d@mail.ru

Шелудько Ольга Николаевна²
д-р техн. наук, доцент
зав. НЦ «Виноделие»
e-mail: scheludcko.olga@yandex.ru

Митрофанова Екатерина Александровна²
канд. с.-х. наук
старший научный сотрудник
НЦ «Виноделие»
e-mail: skripka58@mail.ru

Абакарова Аида Алевдиновна¹
старший лаборант
лаборатории биохимии
и биотехнологии
e-mail: aida.abakarva@rambler.ru

Пальян Юлия Леонидовна³
зам. генерального директора
e-mail: dziv2007@mail.ru

UDC 662.22.253

DOI 10.30679/2219-5335-2021-1-67-343-357

**AROMA-FORMING
COMPLEX
OF RED DRY WINE
OF «KARA-KOISU» WHEN USING
SACCHAROMYCES CEREVISIAE
Y-4270 STRAIN**

Kotenko Svetlana Tsalistinovna¹
Cand. Biol. Sci.
Leading Research Associate
of Biochemistry and Biotechnology
Laboratory
e-mail: kotenko3939@mail.ru

Khalilova Eslanda Abdurakhmanovna¹
Cand. Biol. Sci.
Leading Research Associate
of Biochemistry and Biotechnology
Laboratory
e-mail: eslanda61@mail.ru

Aliverdieva Dinara Alievna¹
Cand. Biol. Sci.
Leading Research Associate
of Biochemistry and Biotechnology
Laboratory
e-mail: aliverdieva_d@mail.ru

Shelud'ko Olga Nikolaevna
Dr. Tech. Sci., Docent
Head of CS «Wine-making»
e-mail: scheludcko.olga@yandex.ru

Mitrofanova Ekaterina Aleksandrovna²
Cand. Agr. Sci.
Senior Research Associate
of CS «Wine-making»
e-mail: skripka58@mail.ru

Abakarova Aida Alevdinovna¹
Senior Laboratory Assistant
of Biochemistry and Biotechnology
Laboratory
e-mail: aida.abakarva@rambler.ru

Palyan Yulia Leonidovna³
Deputy General Director
e-mail: dziv2007@mail.ru

¹Прикаспийский институт биологических ресурсов
ФГБУН Дагестанского федерального исследовательского центра
Российской академии наук,
Махачкала, Республика Дагестан,
Россия

¹Caspian Institute
of Biological Resources
of the Daghestan Federal
Research Center
Russian Academy Sciences,
Makhachkala, Republic of Daghestan,
Russia

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия

²Federal State Budget
Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia

³ОАО «Дербентский завод игристых вин»³
Дербент, Республика Дагестан

³OJSC «Derbent Sparkling Wine Factory»
Derbent, Republic Daghestan

Актуальны исследования, направленные на совершенствование биотехнологии производства красных столовых вин с учетом особенностей сырья, применяемых рас дрожжей, региона происхождения, климата и условий ферментации. Объектом исследований являлись вина из винограда сорта Каберне-Совиньон урожая 2019 года, выращенного на каштановых карбонатных почвах среднесуглинистого механического состава терруара села Мугарты возле реки Мугартычай (бассейн реки Камышчай) Дербентского района Республики Дагестан, и полученные на ОАО «Дербентский завод игристых вин». Для брожения использованы штаммы *S. cerevisiae* Y-4270 и *S. cerevisiae* Д-19. Методом газожидкостной хроматографии определен качественный и количественный состав летучих веществ в исследуемых винах. Показано, что вино «Кара-Койсу», полученное с использованием штамма Y-4270, являлось более ароматным ввиду большего накопления сложных эфиров и ацетата. Содержание этилацетата (в 2,4 раза), этиллактата (на 9,9 %) и этиллаурата, придающих округлость фруктовым или цветочным ароматам вин, выше на 29,7 % в опытном образце (за исключением этилкапроната). Важную основу аромата вина составили алифатические спирты, общая сумма

Research aimed at improving the biotechnology of red table wines production, taking into account the characteristics of raw materials, used yeast races, region of origin, climate and fermentation conditions, is relevant. The object of research was wines from Cabernet-Sauvignon grapes of the 2019 harvest, grown on chestnut, calcareous soils of medium loamy texture of the terroir of the Mugarty village near the Mugartychay river (Kamyshchay river basin) in the Derbent region of the Daghestan Republic, and obtained at OJSC "Derbent Sparkling Wine Factory". The strains *S. cerevisiae* Y-4270 and *S. cerevisiae* D-19 were used for fermentation. The qualitative and quantitative composition of volatile substances in the wines under study was determined by gas-liquid chromatography. It is shown that "Kara-Koisu" wine obtained using the Y-4270 strain, was more aromatic due to the greater accumulation of esters and acetate. The content of ethyl acetate (by 2.4 times), ethyl lactate (on 9.9 %), and ethyl laurate, which give roundness to fruit or floral aromas, is on 29.7 % higher in the test sample (with the exception of ethyl capronate). Aliphatic alcohols formed an important basis for the aroma

которых составила 433,84 мг/дм³, что на 39,7 % выше, чем их содержание в контроле. В опытных винах преобладали изоамиловый (62,3 %), изобутиловый (на 42,5 %), 1-пропанол (на 31,2 %), метанол (на 32,5 %). Ароматические спирты представлены вдвое большим содержанием фенолэтанола, приносящим в вино цветочные оттенки. Полученные новые данные свидетельствуют о роли биохимически активного штамма *S. cerevisiae* ВКПМ Y-4270 в создании красных сухих вин.

Ключевые слова: КРАСНОЕ ВИНО, ДРОЖЖИ, АРОМАТ, ЦВЕТ, ВКУС, СПИРТЫ, ЭФИРЫ, КИСЛОТЫ, АЛЬДЕГИДЫ

of wine, the total amount of which was 433.84 mg / dm³, which is on 39.7 % higher than that in the control. Isoamyl (62.3 %), isobutyl (42.5 %), 1-propanol (31.2%), methanol (32.5 %) prevailed in the tested wines. The aromatic alcohols are twice as high in phenylethanol, which adds floral nuances to the wine. New data indicated the role of the biochemically active *S. cerevisiae* strain VKPM Y-4270 in the creation of dry red wines.

Key words: RED WINE, YEAST, AROMA, COLOR, TASTE, ALCOHOLS, ESTERS, ACIDS, ALDEHYDES

Введение. Вопрос изучения аромата винограда и букета вина давно привлекает исследователей. Букет вина представляет собой сложный комплекс веществ, возникающих в процессе алкогольного брожения. Известно до 20 потенциально ключевых одорантов, которые присутствуют в винах и образуют аромат, получивший название «запах вина». Из этого количества соединений только один присутствует в винограде (β -дамасценон); остальные вырабатываются в результате метаболизма дрожжей, которые в большинстве работают с предшественниками, присутствующими в виноградном соке.

Считается, что аромат и вкус вин тесно связаны с климатом, почвой и другими аспектами среды, что отражено в концепции терруара [1, 2]. Более того, аромат вина зависит и от таких факторов, как сорт винограда, методы виноделия, использование различных штаммов дрожжей [3-6]. При этом проводится четкое различие между ароматом вина, полученном из винограда, и в процессе ферментации [7, 8].

Микрофлора, в частности дрожжи, вносят свой вклад в процесс спиртового брожения и создают аромат вина с помощью нескольких механизмов:

использование компонентов виноградного сока и их биотрансформация в соединения, влияющие на аромат или вкус; производство ферментов, которые превращают нейтральные соединения винограда в ароматизаторы и активные соединения; и, наконец, синтез *de novo* многих ароматически активных первичных (этанол, глицерин, уксусная кислота и ацетальдегид) и вторичных (сложные эфиры, высшие спирты, жирные и органические кислоты, фенолы, тиолы, монотерпены и норизопреноиды) метаболитов [1, 7, 9].

Ранее нами был выделен штамм дрожжей *S. cerevisiae* Y-4270, который был испытан в производственных условиях на ОАО «Дербентский завод игристых вин», прошел идентификацию и рекомендован для использования при брожении «мезга+сусло» красного сорта винограда Каберне-Совиньон. Представляло интерес изучение ароматических соединений, определяющих вкус и аромат вина «Кара-Койсу», полученного при использовании в технологии штаммов *S. cerevisiae* Y-4270, *S. cerevisiae* Д-19 и винограда сорта Каберне-Совиньон, выращенного на почвах терруара села Мугарты на территории Дербентского района Республики Дагестан.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись штаммы: селекционный *Saccharomyces cerevisiae* ВКПМ Y-4270 (опыт) [10], промышленный *Saccharomyces cerevisiae* Д-19 (контроль) из коллекции лаборатории биохимии и биотехнологии ПИБР ДФИЦ РАН (г. Махачкала) и Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов ФГУП ГосНИИГенетика (г. Москва); вино «Кара-Койсу» из винограда сорта Каберне-Совиньон. Виноград выращен в терруаре села Мугарты, расположенного рядом с рекой Мугартычай (бассейн реки Камышчай), в 33 км к юго-западу от города Дербент (рис.).

Географические координаты региона исследований: 41°59'40" с.ш., 48°09'30" в.д. По рельефу микрizona представляет собой слабоволнистую равнину с уклонами от 2 до 6°.



Рис. Виноградники в микроне зоне села Мугарты Дербентского района
(www.derbent-vino.ru)

Почвы: каштановые, карбонатные, среднесуглинистого механического состава. Гумусированность почв 0,5-2,0 %. Обеспеченность почв подвижным фосфором – 2,2-0,3 мг/100 г., обменным калием – 21,0-76,0 мг/100 г. В летний период преобладают ветры северо-западного и южного направления; вероятность атмосферной засухи в течение года составляет 41-62 дня.

Сбраживание «мезга+сусло» проводили по общепринятой классической технологии с введением 3 % 48-ми часовой разводки. По окончании брожения определяли технологические, биохимические и органолептические показатели в виноматериалах и вине «Кара-Койсу» по стандартным методам [11]. Массовую концентрацию ароматобразующих компонентов определяли методом газожидкостной хроматографии на приборе «Кристалл-2000» в Центре коллективного пользования «Приборно-аналитический» ФГНУ СКФНЦСВВ [12]. Математическую обработку полученных данных осуществляли с использованием программ «Сплайн» и «Excel».

Обсуждение результатов. На качество красных сухих вин существенно влияет скорость, ход процесса брожения, температура, исходный

состав сусла, в том числе активная кислотность и спиртуозность. Этиловый спирт – главный продукт брожения виноградного сусла, придает микробиологическую стабильность виноматериалам и винам, улучшает их органолептические свойства, участвует в сложении аромата. Содержание продуцируемого спирта в опытных образцах свидетельствует о высокой ферментативной активности и хорошей спиртообразующей способности штамма *S. cerevisiae* Y-4270.

Установлено, что массовая концентрация в виноматериалах титруемых (0,3-0,4 г/дм³) и летучих (3,5 г/дм³) кислот, гармоничная кислотность (ниже 7,0 г/дм³) и массовая концентрация приведенного экстракта (26,6 г/дм³) могут являться гарантией для получения высококачественных столовых вин. Соответственно, все образцы виноматериалов, полученных во время брожения виноградного сусла из винограда сорта Каберне-Совиньон, характеризовались полным округлым экстрактивным вкусом и получили довольно высокую дегустационную оценку [13].

Полученные красные вина «Кара-Койсу» были проанализированы на соответствие ГОСТа по физико-химическим показателям (табл. 1). Опытный образец вина отличался повышенными показателями: этанола – на 3,5 %, массовой концентрации общего диоксида серы – на 5,2 %, приведенного экстракта – на 16,5 %, соответственно. Отмечено пониженное содержание титруемой (на 3,0 %) и летучей (в 2,5 раза) кислотности, восстановленных сахаров (на 9,1 %).

Дегустационная оценка полученных столовых вин выявила довольно высокую характеристику опытного образца. В связи с тем, что исследования направлены на повышение качества и улучшение органолептических показателей региональных вин, определены их оптические характеристики. В красных винах цвет является важным визуальным атрибутом, поэтому оптические характеристики вин определяют, прежде всего, качество, возраст и, особенно, применяемые технологии.

Таблица 1 – Физико-химические показатели опытных красных сухих вин «Кара-Койсу» (Дагестан)

Наименование образцов вина	Показатель								Средний балл
	Объемная доля этилового спирта, %	Титруемые кислоты, г/дм ³	Летучие кислоты, мг/дм ³	SO ₂ , мг/дм ³	Восстановленные сахара, г/л	Приведенный экстракт, г/дм ³	рН	Дегустационная характеристика	
Образец 1 Вино «Кара-Койсу». Штамм Д-19	11,0 (ГОСТ Т – 8.5-15.0)	6,60 (ГОСТ – не менее 3.5)	0,71 (ГОСТ – не более 1.2)	77 (ГОСТ – не более 200)	1,10 (ГОСТ – не более 4.0)	21,80 (ГОСТ – не менее 18.0)	3,59	Темно-рубиновый цвет с гранатовым оттенком. Аромат ягодный с тонами терна, сливы. Вкус полный, очень свежий с танниным послевкусием.	8,1
Образец 2 Вино «Кара-Койсу». Штамм Y-4270	11,80	6,40	0,28	81	1,00	25,40	3,67	Темно-рубиновый цвет с гранатовым оттенком. Аромат яркий, сложный, ягодный с тонами можжевельника и сухофруктов. Вкус полный, очень свежий с мягким послевкусием	8,5

Одним из наиболее важных факторов изменения вкуса, интенсивности цвета и тональности вина является выбор дрожжей, которые прямо или косвенно могут влиять на эти составляющие в нескольких аспектах: производство органических кислот, влияющих на рН; увеличение образования антоцианов за счет гиперхромного эффекта предшественников пигментов (винилфенолы, ацетальдегид, пировиноградная кислота), что также влияет на стабильность цвета [14-16].

Известно, что для удобства оптические характеристики выражаются показателями интенсивности (И) и оттенка (Т). Такие характеристики представлены в таблице 2. В опытном образце вина, полученного с использованием штамма Y-4270, обнаружена повышенная интенсивность окраски

(на 4,8 %) и оттенка (на 19,3 %). Структурные модификации в образцах 1 и 2 в процессе выдержки привели к изменению дескрипторов цвета красных вин от рубинового до темно-рубинового с гранатовым оттенком, когда на фоне красного вина просматриваются легкие оранжевые оттенки. В опытных винах обнаружено преобладание доли красной, желтой и синей окраски (Д-520, Д-420, Д-620) на 3,8, 2,7 и 22,7 % по сравнению с контрольным образцом вина.

Таблица 2 – Спектральные характеристики винных образцов «Кара-Койсу»

Параметры цвета, доля оттенков	Вариант опыта	
	Образец 1 Штамм <i>S. cerevisiae</i> Д-19	Образец 2 Штамм <i>S. cerevisiae</i> Y-4270
Д-420 (желтый), нм	0,328	0,337
Д-520 (красный), нм	0,529	0,549
Д-620 (синий), нм	0,110	0,135
И	0,987	1,034
Т	0,597	0,712
% 420	33,200	36,500
% 520	51,200	55,600
% 620	13,100	11,100

В молодых красных столовых винах доля красного оттенка (% 520) достигала более 50 %, желтого (% 420) – менее 40 %, синих пигментов (% 620) – варьировало до 13, что соответствовало литературным данным [17, 18]. Как показали результаты исследований винных образцов, штамм *S. cerevisiae* Y-4270 имел явные преимущества по качественным оптическим характеристикам по сравнению с *S. cerevisiae* Д-19. Кроме того, подтверждена корреляционная зависимость между параметрами цвета и содержанием фенольных веществ [18] в опытном вине [13], где содержание последних выше в 1,7 раза.

Состав ароматобразующего комплекса экспериментальных вин почти идентичен, но отличается массовой концентрацией тех или иных компонентов, которые варьировали в зависимости от использованных штаммов Y-4270 и Д-19 (табл. 3).

Таблица 3 – Массовая концентрация ароматических веществ в красных сухих винах «Кара-Койсу», полученных с использованием различных штаммов

Компонент, мг/дм ³	Аромат	Образец 1	Образец 2
		Штамм	
		<i>S. cerevisiae</i> Д-19	<i>S. cerevisiae</i> Y-4270
ацетальдегид	жаренный орех, засохшая солома, зеленое яблоко, эмульсионная краска	37,609	25,124
диацетил	лесной орех, карамель, маслянистый: сливочное масло, сметана	10,231	-
ацетон	аммиак, лак, уксус	-	7,055
фурфурол	древесный, карамельный, миндаль/свежий, ржаной хлеб	37,552	18,229
2,3 бутиленгликоль р.	миндаль	895,450	652,780
2,3 бутиленгликоль N.	миндаль	370,570	277,210
Сумма карбонильных соединений		1351,412	980,398
метилацетат	черная смородина, вишня, ежевика	15,167	6,553
этилацетат	лак для ногтей, грушевая эссенция, черная смородина, черная вишня, ежевика, травяной: перец, спаржа, зеленые оливки; цветочный	38,770	92,501
этилкапронат	фиалка, клевер	6,034	1,793
этиллактат	фруктовый с нотками винограда и клубники, конфетный, маслянистый, эфирный, цветочный	4,677	5,140
этиллаурат	цветочно-фруктовый	-	26,039
этилпропионат	цветочно-фруктовый, черная смородина, вишня, ежевика	4,945	4,594
Сумма сложных эфиров		69,593	136,620
этанол	резкий	11,152	11,695
метанол	травяной: перец, спаржа, зеленые оливки	158,890	210,590
2-капронол	травяной: перец, спаржа, зеленые оливки	0,187	-
1-пропанол	резкий, цветная капуста, картофель	25,121	17,286
изобутанол	сивушный, травяной: перец, спаржа, зеленые оливки	40,091	57,130
1-бутанол	сивушный, травяной: перец, спаржа, зеленые оливки	4,187	3,172
изоамиловый спирт	сивушный; травяной: перец, спаржа, зеленые оливки	210,360	341,460
1-гексанол	фруктовый; травяной: перец, спаржа, зеленые оливки	30,608	14,795
Сумму алифатических спиртов		480,596	656,128
уксусная	резкий, прогорклое масло	8,593	3,946
изамасляная	резкий, прогорклое масло	1,501	0,615
масляная	резкий, прогорклое масло	2,681	0,001
изовариновая	сырный, прогорклый	-	1,435
Сумма алифатических кислот		12,775	5,997
фенилэтанол	роза, герань, мед, кокос	40,799	77,668
Сумма ароматических спиртов		40,799	77,668

Важным семейством ароматических соединений, присутствующих в винах, являются карбонильные соединения, количество которых в опытном образце вина на 27,5 % меньше, чем в контрольном. Обнаружены ацетальдегид, диацетил, ацетон, фурфурол 2,3-бутиленгликоль р. и 2,3-бутиленгликоль N., которые являются промежуточными продуктами дрожжевого брожения.

В контрольном образце вина не обнаружен ацетон, в опытном – диацетил. Кетоны ацетон и диацетил химически малоактивны, но обладают характерными запахами: диацетил придает сухим винам «тон окисленности», ацетон – неприятные посторонние тона. Для большинства вин указанные соединения и ацетальдегид нежелательны, но при направленной технологии они участвуют в формировании букета вин различного наименования. Известно влияние ацетальдегида на образование витизинов, отвечающих за параметры цвета вина больше, чем немодифицированные антоцианы, и осуществляющие гипсохромный сдвиг – изменение спектральных характеристик (поглощение, отражение, спектр излучения) [16].

Содержание ацетальдегида в опытном вине меньше на 33,2 %. Определенную роль в создании вкусоароматических ощущений вина отводится также этиловому эфиру молочной кислоты – 2,3-бутиленгликолю, который имеет тонкий плодовой оттенок, напоминающий миндаль и придающий вину гармоничный вкус. Содержание 2,3-бутиленгликоля р. и 2,3-бутиленгликоля N. в контрольном образце вина выше на 27,1 и 25,2 %. Основным источником фурановых альдегидов, придающих винам специфические «малажные» уваренные тона, являются пентозы и гексозы винограда.

Присутствие гетероциклического фурфурола, содержание которого характерно для вин из винограда Каберне-Совиньон, в большем количестве (вдвое) в контрольном образце вина приводит к неприятным тонам во вкусе. При этом содержание его в пределах до 30 мг/дм³ дает приятный аромат ржаного хлеба в опытном вине. Накопление диацетила находится на уровне

выше 5 мг/л, создавая тем самым возможный маслянистый или карамельный аромат в контрольном образце (на 25,2 %).

Другой представительной категорией по значимости создания аромата и, особенно, фруктового [19], являются сложные эфиры; причем при сложении аромата играет роль не столько суммарное их количество, сколько качественный состав. Во всех образцах вин от общего количества эфиров превалировал этилацетат – 56-68 %, характерный для красных вин из винограда Каберне-Совиньон. Наиболее важные ароматобразующие эфиры синтезируются дрожжами во время спиртового брожения в качестве механизма детоксикации, поскольку они менее токсичны, чем соответствующие алкогольные или кислотные прекурсоры [16]. Накопление эфиров во время ферментации из спирта ацил-КоА-ацилтрансферазой объясняет, почему их концентрации в винограде незначительны [6, 20].

Опытное вино, полученное с использованием в технологическом процессе штамма *S. cerevisiae* Y-4270, являлось наиболее ароматным ввиду вдвое большего накопления сложных эфиров и ацетата по сравнению с контрольным образцом вина. Содержание эфиров с четным числом атомов углерода – этилацетата (в 2,4 раза), этиллактата (на 9,9 %), этиллаурата, придающим «округлость» фруктовым или цветочным ароматам, выше в опытном образце, за исключением этилкапроната (меньше на 29,7 %).

Важную основу аромата вина «Кара-Койсу» составляли также алифатические спирты как наиболее важная группа летучих соединений, продуцируемая дрожжами во время алкогольной ферментации в результате катаболизма аминокислот (см. табл. 3). Во всех образцах вин обнаружены благотворно влияющие на аромат и придающие вину различные фруктовые оттенки алифатические спирты: 1-пропанол, метанол, 2-капронол, изобутанол, 1-бутанол, изоамиловый спирт, 1-гексанол, общая сумма которых в опытном вине составила 433,84 мг/дм³, что на 39,7 % выше контроля.

Этанол, входящий в эту группу соединений, может изменять растворимость многих ароматических соединений, тем самым делая вино менее ароматным. В контрольном вине количество этанола меньше, чем в опыте, на 4,9 %. Из идентифицированных высших спиртов в опытных винах преобладали изоамиловый спирт (на 62,3 %), изобутанол (на 42,5 %), 1-пропанол (на 31,2 %), метанол (на 32,5 %) и 2-капронол.

Немаловажную роль в образовании аромата и вкуса вина играют алифатические кислоты, характеризующие кислотность напитков, придавая им резкость во вкусе, и обладающие синергетическим эффектом. Меньшее содержание летучих кислот в опытных образцах вин обусловило стабильное проведение процесса спиртового брожения; высокое в контроле – яблочно-молочную ферментацию после завершения спиртовой.

В составе летучих компонентов вин идентифицированы уксусная, изомасляная, масляная, изовалериановая кислоты (см. табл. 3). Основным представителем летучих кислот являлась уксусная кислота, массовая концентрация которой составляла 65,8-67,3 % от общей суммы кислот в обоих образцах вина. Летучие кислоты, как правило, ухудшают органолептические свойства вина: уксусная кислота придает горечь и резкий неприятный запах; масляная и изомасляная – неприятный, резкий запах прогоркшего масла и горечь; изовалериановая – запахом корней валерианы с примесью уксусной кислоты.

Ароматические спирты в полученных образцах представлены фенолэтанолом, приносящим в вино цветочные оттенки. Фенолэтанол является продуктом брожения аминокислот, обладает очень приятным запахом и считается одним из основных компонентов «букета брожения». В опытном образце вина его содержание почти вдвое больше.

Таким образом, использование винных штаммов *S. cerevisiae* Y-4270 и *S. cerevisiae* Д-19 изменило ароматический профиль вина «Кара-Койсу». Опытные вина, полученные с использованием штамма *S. cerevisiae* Y-4270,

отличались пониженной кислотностью, интенсивным фруктовым ароматом, отсутствием винных запахов (аромат сивушных спиртов) и качественными оптическими характеристиками.

Выводы. Методом газовой хроматографии были идентифицированы основные группы ароматобразующих веществ в красных сухих винах «Кара-Койсу», полученных из винограда сорта Каберне-Совиньон и штаммов *S. cerevisiae* Y-4270 и *S. cerevisiae* Д-19. Результаты исследований показали, что в зависимости от поставленной задачи использование специальных винных штаммов позволяет получить вина с определенным комплексом ароматических соединений и индивидуальными характерными дескрипторами. Новые данные свидетельствуют о роли биохимически активного штамма *S. cerevisiae* Y-4270 в создании перспективных высококачественных красных вин.

Литература

1. Belda I., Ruiz J., Esteban-Fernández A., Navascues E. Microbial contribution to wine aroma and its intended use for wine quality improvement / I. Belda [et al] // *Molecules*, 2017. Vol. 22. № 2. P. 189–217.
2. Pretorius I.S. Tasting the *terroir* of wine yeast innovation. Mini review // *FEMS Yeast Research*. 2020. Vol. 20. № 1. P. 1-22. DOI: 10.1093/femsyr/foz084.
3. Imre S.P., Kilmartin P.A., Rutan T., Mauk J.L., Nicolau L. Influence of soil geochemistry on the chemical and aroma profiles of pinot noir wines / S.P. Imre [et al] // *Journal of food agriculture and environment*. 2012. Vol. 10. № 2. P. 280-288.
4. Vilanova M., Cortés S., Santiago J.L., Martínez C., Esperanza Fernández E. Aromatic compounds in wines produced during fermentation: Effect of three red cultivars / M. Vilanova [et al] // *International journal of food properties*. 2007. Vol. 10. № 4. P. 867-875. DOI: 10.1080/10942910601161615.
5. Guo C., Ye L., Tai-X.Y, Zhen-Wen Z. Comparison between aroma compounds in wines from four *Vitis vinifera* grape varieties grown in different shoot positions / C. Guo [et al] // *Food science and technology*. 2015. Vol. 35. № 2. DOI: 10.1590/1678-457X.6438.
6. Petronilho S., Lopez R., Ferreira V., Coimbra M.A., Sílvia M. Rocha S.M. Revealing the usefulness of aroma networks to explain wine aroma properties: A case study of portuguese wines / S. Petronilho [et al] // *Molecules*. 2020. Vol. 25. № 272. DOI:10.3390/molecules25020272.
7. Styger G., Prior B., Bauer F.F. Wine flavor and aroma // *Journal of Industrial Microbiology*, 2011. Vol, 38. № 9. P. 1145-59. DOI: 10.1007/s10295-011-1018-4.
8. Robinson A.L., Boss P.K., Solomon P.S., Trengove R.D., Heymann H., Ebeler S.E. Origins of grape and wine aroma. Part 1. Chemical components and viticultural impacts / A.L. Robinson [et al] // *American journal of enology and viticulture*. 2014. Vol. 65. № 1. P. 1-24.

9. Godoy L., Acuña-Fontecilla A., Catrileo D. Formation of aromatic and flavor compounds in wine: A perspective of positive and negative contributions of non-*Saccharomyces* yeasts // Winemaking - stabilization, Aging chemistry and biochemistry. Project: non-conventional yeast: improving oenological potential through adaptive evolution strategie, 2020. DOI: 10.5772/intechopen.92562.

10. Штамм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* для производства красных столовых вин: патент РФ № RU 2636024 С1 / Котенко С.Ц., Аливердиева Д.А., Садулаев М.М., Пальян Ю.Л., Халилова Э.А., Исламмагомедова Э.А., Абакарова А.А.; заявл. 12.12.2016; зарегистр. 17.11.2017, Бюл. № 32. 6 с.

11. ГОСТ 32030-2013 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения объемной доли этилового спирта. М.: Стандартинформ, 2017. 5 с.

12. Ароматобразующий комплекс красных сухих вин российских и зарубежных производителей / Т.И. Гугучкина [и др.] // Виноделие и виноградарство. 2009. № 4. С. 24-26.

13. Биотехнологическая характеристика красных столовых вин, полученных из винограда сорта Каберне-Совиньон, выращенного в разных природно-климатических условиях / С.Ц. Котенко [и др.] // Виноделие и виноградарство. 2019. № 4. С. 32-39.

14. Morata A. Red Wine Technology. Review. 1st Edition. Publisher // London; San Diego, CA: Academic Press, an imprint of Elsevier, 2018. 408 p. ISBN-10: 0128143991. ISBN-13: 978-0128143995. Print book: english.

15. Morata A., Escott C., Loira I., Fresno J.M.D., González C., Suárez-Lepe J.A. Influence of *Saccharomyces* and non-*Saccharomyces* yeasts in the formation of pyranoanthocyanins and polymeric pigments during red wine making / A. Morata [et al] // Molecules. 2019. Vol. 24. № 24. P. 4490. DOI: 10.3390/molecules24244490.

16. Vilela A. Modulating wine pleasantness throughout wine-yeast co-inoculation or sequential inoculation. Review // Fermentation. 2020. Vol. 6. № 22. P. 1-19. DOI: 10.3390/fermentation6010022.

17. Poiana M.-A., Gergen I., Alexa E. Establishing of chromatic and antioxidant characteristics of some red wines from minis vineyard // Scientific study & Researc. 2007. Vol. 8. №. 3. P. 319-328.

18. Аникина Н.С., Червяк С.Н., Гниломедова Н.В. Методы оценки цвета вин // Обзор. Аналитика и контроль. 2019. Т. 23. № 2. С. 158-167. DOI: 10.15826/analitika.2019.23.2.003.

19. Sumbly K.M., Grbin P.R., Jiranek V. Microbial modulation of aromatic esters in wine: Current knowledge and future prospects // Food Chemistry. 2010. Vol. 121. P. 1-16.

20. Виноградные вина, проблемы оценки их качества и региональной принадлежности / Ф.Ю. Якуба [и др.] // Аналитика и контроль. 2014. Т. 18. № 4. С. 344-372.

References

1. Belda I., Ruiz J., Esteban-Fernández A., Navascues E. Microbial contribution to wine aroma and its intended use for wine quality improvement / I. Belda [et al] // Molecules, 2017. Vol. 22. № 2. P. 189–217.

2. Pretorius I.S. Tasting the terroir of wine yeast innovation. Mini review // FEMS Yeast Research. 2020. Vol. 20. № 1. P. 1-22. DOI: 10.1093/femsyr/foz084.

3. Imre S.P., Kilmartin P.A., Rutan T., Mauk J.L., Nicolau L. Influence of soil geochemistry on the chemical and aroma profiles of pinot noir wines / S.P. Imre [et al] // Journal of food agriculture and environment. 2012. Vol. 10. № 2. P. 280-288.

4. Vilanova M., Cortés S., Santiago J.L., Martínez C., Esperanza Fernández E. Aromatic compounds in wines produced during fermentation: Effect of three red cultivars / M. Vilanova [et al] // International journal of food properties. 2007. Vol. 10. № 4. P. 867-875. DOI: 10.1080/10942910601161615.

5. Guo C., Ye L., Tai-X.Y, Zhen-Wen Z. Comparison between aroma compounds in wines from four *Vitis vinifera* grape varieties grown in different shoot positions / S. Guo [et al] // *Food science and technology*. 2015. Vol. 35. № 2. DOI: 10.1590/1678-457X.6438.
6. Petronilho S., Lopez R., Ferreira V., Coimbra M.A., Sílvia M. Rocha S.M. Revealing the usefulness of aroma networks to explain wine aroma properties: A case study of portuguese wines / S. Petronilho [et al] // *Molecules*. 2020. Vol. 25. № 272. DOI:10.3390/molecules25020272.
7. Styger G., Prior B., Bauer F.F. Wine flavor and aroma // *Journal of Industrial Microbiology*, 2011. Vol. 38. № 9. P. 1145-59. DOI: 10.1007/s10295-011-1018-4.
8. Robinson A.L., Boss P.K., Solomon P.S., Trengove R.D., Heymann H., Ebeler S.E. Origins of grape and wine aroma. Part 1. Chemical components and viticultural impacts / A.L. Robinson [et al] // *American journal of enology and viticulture*. 2014. Vol. 65. № 1. P. 1-24.
9. Godoy L., Acuña-Fontecilla A., Catrileo D. Formation of aromatic and flavor compounds in wine: A perspective of positive and negative contributions of non-Saccharomyces yeasts // *Winemaking - stabilization, Aging chemistry and biochemistry*. Project: non-conventional yeast: improving oenological potential through adaptive evolution strategie, 2020. DOI: 10.5772/intechopen.92562.
10. Shtamm drozhzhej *Saccharomyces cerevisiae* dlya proizvodstva krasnyh stolovyh vin: patent RF № RU 2636024 C1 / Kotenko S.C., Aliverdieva D.A., Sadulaev M.M., Pal'yan Yu.L., Halilova E.A., Islammagomedova E.A., Abakarova A.A.; zayavl. 12.12.2016; zaregistr. 17.11.2017, Byul. № 32. 6 s.
11. GOST 32030-2013 Produkciya alkogol'naya i syr'e dlya ee proizvodstva. Metod opredeleniya ob'emnoj doli etilovogo spirita. M.: Standartinform, 2017. 5 s.
12. Aromatobrazuyushchij kompleks krasnyh suhih vin rossijskih i zarubezhnyh proizvoditelej / T.I. Guguchkina [i dr.] // *Vinodelie i vinogradarstvo*. 2009. № 4. S. 24-26.
13. Biotekhnologicheskaya harakteristika krasnyh stolovyh vin, poluchennyh iz vinograda sorta Kaberne-Sovin'on, vyrashchennogo v raznyh prirodno-klimaticheskikh usloviyah / S.C. Kotenko [i dr.] // *Vinodelie i vinogradarstvo*. 2019. № 4. S. 32-39.
14. Morata A. *Red Wine Technology*. Review. 1st Edition. Publisher // London; San Diego, CA: Academic Press, an imprint of Elsevier, 2018. 408 p. ISBN-10: 0128143991. ISBN-13: 978-0128143995. Print book: english.
15. Morata A., Escott C., Loira I., Fresno J.M.D., González C., Suárez-Lepe J.A. Influence of *Saccharomyces* and non-*Saccharomyces* yeasts in the formation of pyranoanthocyanins and polymeric pigments during red wine making / A. Morata [et al] // *Molecules*. 2019. Vol. 24. № 24. P. 4490. DOI: 10.3390/molecules24244490.
16. Vilela A. Modulating wine pleasantness throughout wine-yeast coinoculation or sequential inoculation. Review // *Fermentation*. 2020. Vol. 6. № 22. R. 1-19. DOI: 10.3390/fermentation6010022.
17. Poiana M.-A., Gergen I., Alexa E. Establishing of chromatic and antioxidant characteristics of some red wines from minis vineyard // *Scientific study & Researc*. 2007. Vol. 8. № 3. P. 319-328.
18. Anikina N.S., Chervyak S.N., Gnilomedova N.V. Metody ocenki cveta vin // *Obzor. Analitika i kontrol'*. 2019. T. 23. № 2. S. 158-167. DOI: 10.15826/analitika.2019.23.2.003.
19. Sumby K.M., Grbin P.R., Jiranek V. Microbial modulation of aromatic esters in wine: Current knowledge and future prospects // *Food Chemistry*. 2010. Vol. 121. P. 1-16.
20. Vinogradnye vina, problemy ocenki ih kachestva i regional'noj prinadlezhnosti / F.Yu. Yakuba [i dr.] // *Analitika i kontrol'*. 2014. T. 18. № 4. S. 344-372.