

УДК 663.21/222/253.4

UDC 663.21/222/253.4

DOI 10.30679/2219-5335-2023-3-81-352-365

DOI 10.30679/2219-5335-2023-3-81-352-365

**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ АМИНОКИСЛОТ, МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ В РЕГИОНАЛЬНОМ КРАСНОМ СОРТОВОМ ВИНЕ «КАБЕРНЕ-СОВИНЬОН»**

**INFLUENCE OF CLIMATIC CONDITIONS ON THE CONTENT OF AMINO ACIDS, MINERALS AND ORGANIC ACIDS IN REGIONAL RED VARIETAL WINE «CABERNET SAUVIGNON»**

Исламмагомедова Эльвира Ахмедовна<sup>1</sup>  
канд. биол. наук  
старший научный сотрудник  
лаборатории биохимии  
и биотехнологии  
e-mail: islammagomedova@mail.ru

Islammagomedova Elvira Akhmedovna<sup>1</sup>  
Cand. Biol. Sci.  
Senior Research Associate  
of Biochemistry and Biotechnology  
Laboratory  
e-mail: islammagomedova@mail.ru

Халилова Эсланда Абдурахмановна<sup>1</sup>  
канд. биол. наук  
старший научный сотрудник  
лаборатории биохимии  
и биотехнологии  
e-mail: eslanda61@mail.ru

Khalilova Eslanda Abdurakhmanovna<sup>1</sup>  
Cand. Biol. Sci.  
Senior Research Associate  
of Biochemistry and Biotechnology  
Laboratory  
e-mail: eslanda61@mail.ru

Абакарова Аида Алевдиновна<sup>1</sup>  
старший лаборант  
лаборатории биохимии  
и биотехнологии  
e-mail: aida.abakarva@rambler.ru

Abakarova Aida Alevdinovna<sup>1</sup>  
Senior Assistant  
of Biochemistry and Biotechnology  
Laboratory  
e-mail: aida.abakarva@rambler.ru

Шелудько Ольга Николаевна<sup>2</sup>  
д-р техн. наук, доцент  
зав. НЦ «Виноделие»  
e-mail: scheludcko.olga@yandex.ru

Shelud'ko Olga Nikolaevna<sup>2</sup>  
Dr. Tech. Sci., Docent  
Head of SC «Wine-making»  
e-mail: scheludcko.olga@yandex.ru

Якуба Юрий Федорович<sup>2</sup>  
д-р хим. наук, доцент  
заведующий информационно-аналитической  
лабораторией  
e-mail: uriteodor@yandex.ru

Yakuba Yury Fedorovich<sup>2</sup>  
Dr. Chem. Sci., Docent  
Head of Information and Analytical  
Laboratory  
e-mail: uriteodor@yandex.ru

Митрофанова Екатерина Александровна<sup>2</sup>  
канд. с.-х. наук  
старший научный сотрудник  
НЦ «Виноделие»  
e-mail: skripka58@mail.ru

Mitrofanova Ekaterina Aleksandrovna<sup>2</sup>  
Cand. Agr. Sci.  
Senior Research Associate  
of SC «Wine-making»  
e-mail: skripka58@mail.ru

<sup>1</sup>Прикаспийский институт  
биологических ресурсов  
Дагестанского федерального  
исследовательского центра РАН,  
Махачкала, Республика Дагестан,  
Россия

<sup>1</sup>Caspian Institute  
of Biological Resources  
of the Daghestan Federal  
Research Center RAS,  
Makhachkala, Republic of Daghestan,  
Russia

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

Представлены результаты изучения качественного состава и количественного содержания аминокислот, минеральных веществ и органических кислот в красном сортовом вине «Каберне-Совиньон» в зависимости от климатических условий в регионе выращивания винограда. Сравнительное исследование показало, что в вине, полученном из винограда урожая 2021 г., суммарное содержание аминокислот превышает показатель 2017 г. на 18 %, макроэлементов – на 19 %. Очевидно, этому способствовало сочетание теплого климата и вдвое большее количество осадков в 2021 г. Установлено, что в обоих вариантах превалирует аминокислота пролин, плохо усвояемая в процессе брожения, что объясняет ее количественное преимущество в вине, и ионы калия, которые являются необходимым фактором роста дрожжей. В виноматериале урожая 2021 г. исследовано содержание органических кислот, влияющих на продление срока хранения, стабильность цвета, создание вкусового букета вина. В количественном отношении преобладали винная (53,66 %), яблочная (15,44 %), янтарная (14,74 %) кислоты. Суммарное содержание фенолкарбоновых кислот, обладающих антиоксидантными и бактерицидными свойствами, составляло 84,92 мг/л; среди них превалировала кофейная кислота (59,95 %), усиливающая и стабилизирующая окраску красных вин, в наименьшем количестве в исследуемом вине содержалась галловая кислота (0,95 %), входящая в состав дубильных веществ винограда. Аскорбиновая кислота, используемая в производстве для предотвращения окисления вина, составляла 16,74 %, никотиновая кислота, активирующая процесс спиртового брожения – 6,39 %. Содержание оротовой и хлорогеновой кислот, обладающих антиоксидантным действием, составляло 10,41 и 5,57 %

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

The results of studying the qualitative composition and quantitative content of amino acids, minerals and organic acids in the red varietal wine «Cabernet Sauvignon» depending on the climatic conditions of the grape growing region are presented. A comparative study showed that in wine obtained from grapes harvested in 2021, the total content of amino acids exceeds that of 2017 by 18 %, macronutrients – by 19 %. Obviously, this was facilitated by a combination of a warm climate and twice the amount of precipitation in 2021. It was found that in both cases, the amino acid proline, which is poorly absorbed during fermentation, prevailed, which explains its quantitative advantage in wine, and potassium ions, which is a necessary factor of yeast growth. In the wine material of the 2021 harvest, the content of organic acids, which affect the extension of the shelf life, color stability, and the creation of a taste bouquet of wine, was studied. In quantitative terms, tartaric (53.66 %), malic (15.44 %), succinic (14.74 %) acids prevailed. The total content of phenolcarboxylic acids with antioxidant and bactericidal properties was 84.92 mg/l; among them, caffeic acid (59.95 %), which enhances and stabilizes the color of red wines, prevailed; gallic acid (0.95 %), which is part of grape tannins, was contained in the least amount in the studied wine. Ascorbic acid, used in production to prevent wine oxidation, was 16.74 %, nicotinic acid, which activates the process of alcoholic fermentation, was 6.39 %. The content of orotic and chlorogenic acids, which have an antioxidant effect, was 10.41 and 5.57 %, respectively. The combination of the amount of total

соответственно. Сочетание количества годовых осадков и интенсивности солнечного сияния, способствующих накоплению в винограде биологически ценных соединений, а также использование в биотехнологии активного штамма *S. cerevisiae* Y-4270 повлияли на формирование органолептических свойств вина, в частности, характерного для южных регионов ягодного аромата.

precipitation and the sunshine intensity, which contribute to the accumulation of biologically valuable compounds in grapes, as well as the use of the active strain *S. cerevisiae* Y-4270 in biotechnology, influenced the formation of the organoleptic properties of wine, in particular, the berry aroma characteristic of the southern regions.

*Ключевые слова:*

КРАСНОЕ СОРТОВОЕ ВИНО, ШТАММ ДРОЖЖЕЙ, КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, АМИНОКИСЛОТЫ, МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ОРГАНИЧЕСКИЕ КИСЛОТЫ

*Key words:*

RED VARIETY WINE, YEAST STRAIN, CLIMATIC CONDITIONS, AMINO ACIDS, MINERALS, ORGANIC ACIDS

**Введение.** Использование различных приемов в биотехнологии производства красных сортовых вин позволяет получить качественный продукт [1-5]. Изменение климатических условий; физической структуры, химического состава и теплообеспеченности почв также оказывает значительное влияние на биосинтез биологически ценных соединений в винограде, и, как следствие, на органолептические характеристики вин [6-9]. Такие биохимические показатели, как аминокислоты, минеральные вещества и органические кислоты являются важнейшими факторами, определяющими качество красного сортового вина. В процессе спиртового брожения, которое является основой изготовления вина, важную роль играют аминокислоты. Их концентрация в винограде и вине во многом зависит от экологических условий произрастания, сорта и степени зрелости винограда, используемых в процессе брожения штаммов дрожжей [8, 10, 11]. В формировании вкуса, аромата и цвета очень важна роль аминокислот – образующиеся из них в процессе созревания вина высшие спирты и альдегиды, эфиры, кето-, окси- и жирные кислоты способны придавать разнообразные оттенки винному аромату [3, 12]. Во время брожения источником углерода и энергии служат органические кислоты, содержание которых в виноматериале влияет на созревание и стабильность цвета вина [12, 13]. Некоторые органические

ские, в том числе фенолкарбоновые кислоты способны вносить не только значительный вклад в качественные показатели вин, но и обладают антиоксидантными и бактерицидными свойствами [13, 14]. Для проведения брожения необходимо, чтобы в среде культивирования находились определенные концентрации минеральных веществ, содержащихся в виноматериале в виде свободных ионов или в составе комплексных соединений с органическими веществами. Известно, что качество красных вин зависит от содержания в них ионов натрия, калия, кальция, магния и соотношения между этими макроэлементами [15-17]. На формирование технологических и органолептических свойств вина минеральные вещества оказывают достаточно большое влияние. Так, при производстве вина магний принимает участие в осаждении коллоидов, а при брожении частично выпадает в осадок. Ионы калия в составе солей органических кислот обеспечивают бактерицидные свойства вин, предохраняя их от заболеваний, при выдержке способны выделяться в виде тартратов и оксалатов. Ионы кальция играют ключевую роль в процессе флокуляции дрожжей, однако, при повышенном содержании в винах вызывают кристаллические помутнения. Помимо перечисленных факторов, на формирование качественных показателей вина оказывают влияние физиологические особенности применяемых штаммов дрожжей [18, 19]. Из спонтанной микрофлоры винограда сорта Каберне Совиньон методом селекции ранее нами был выделен штамм *S. cerevisiae* Y-4270, используемый для приготовления красных столовых вин [20].

Цель работы – сравнительное изучение качественного состава и количественного содержания аминокислот, минеральных веществ и органических кислот в красном сортовом вине «Каберне-Совиньон», полученном с использованием штамма *S. cerevisiae* Y-4270, в зависимости от климатических условий в период 2017 и 2021 гг.

**Объекты и методы исследований.** Объектом наших исследований являлось красное сортовое вино «Каберне-Совиньон», приготовленное с использованием штамма дрожжей *S. cerevisiae* ВКПМ У-4270 [20] на ОАО «Дербентский завод игристых вин». Виноматериал получен из технического сорта винограда Каберне Совиньон, выращиваемого на территории села Мугарты Дербентского района Республики Дагестан. Качественный и количественный аминокислотный состав, содержание органических кислот определяли методом капиллярного электрофореза на приборах «Капель 105» и «Капель – 103 Р» (Россия), исследование макроэлементного состава осуществляли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе «Savant AAS» (USA).

**Обсуждение результатов.** Как известно, климатические параметры способны влиять на определенные биохимические показатели, и, соответственно, качество виноматериала. Представляет интерес сравнительное исследование концентрации аминокислот и минеральных веществ в красном сортовом вине «Каберне-Совиньон», полученном из винограда урожая 2021 и 2017 гг. По информации, предоставленной Дагестанским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, вегетационный период виноградного растения проходил в следующих условиях: интенсивность солнечного сияния составляла 2021,7/2009,6 часов (2021/2017 г.); годовые осадки – 483,5 / 249,9 мм (2021 / 2017 г.); средняя температура воздуха – 15,0 °С/14,4 (2021 / 2017 г.); средняя скорость ветра – 2,2/2,3 м/с (2021/2017 г.). Показано, что помимо количества годовых осадков, превышающих в 2021 году показатель 2017 года почти в два раза, остальные данные отличаются незначительно.

В результате изучения качественного состава аминокислот в обоих вариантах вин выявлена идентичность; в количественном отношении обнаружена разница между образцами (табл.). Суммарное содержание аминокислот

кислот в вине, полученном из винограда урожая 2021 г., больше в 1,18 раза по сравнению с образцом 2017 г. Установлено, что в обоих вариантах преобладает пролин – 98,0/86,29 % (2021 / 2017 гг.), плохо усвояемый в процессе брожения, что объясняет его количественное преимущество в вине. Как известно, в винограде и, соответственно, виноматериале, содержатся незаменимые аминокислоты, общая концентрация которых в исследуемом вине составляла 1,62/6,26 % (2021 / 2017 гг.). При этом количество метионина, при повышенной концентрации которого возможно появление сероводородного тона, составляло 0,15/1,36 % (2021/2017 гг.) от общего количества обнаруженных аминокислот;  $\beta$ -фенилаланина, способствующего образованию ацетатного эфира и 2-фенилэтанола, придающих цветочный аромат вину – 0,03/1,44 % (2021/2017 гг.).

Таблица – Биохимические показатели красного сортового вина «Каберне-Совиньон», приготовленного из винограда урожая 2017 и 2021 гг.

Показатели	Концентрация	
	урожай винограда 2021 г.	урожай винограда 2017 г. [16]
<i>Аминокислоты, (мг/дм<sup>3</sup>)</i>		
Аргинин	2,183	26,57
Валин	8,102	6,37
Глицин	0,1886	9,73
Лейцин	0,3188	10,53
Метионин	1,058	8,29
Пролин	702,4	524,31
Треонин	1,963	4,15
Серин	0,2589	8,95
$\beta$ -фенилаланин	0,1825	8,72
<i>Минеральные элементы, (мг/дм<sup>3</sup>)</i>		
Натрий	36,8	19,57
Калий	556,0	618,40
Кальций	99,5	1,75
Магний	94,4	22,58

Известно, что на обмен аминокислот в процессе метаболизма оказывают влияние определенные макроэлементы, например, с синтезом серина – 0,04/1,47 % (2021/2017 гг.) и глицина – 0,03/1,60 % (2021 / 2017 гг.) связаны ионы магния. В результате исследования минерального состава красного столового вина обнаружено, что содержание макроэлементов в образце 2021 г. в 1,19 раза больше по сравнению с вином, полученным из винограда урожая 2017 г. В количественном отношении преобладали ионы калия, которые является необходимым фактором роста и оказывают влияние на биосинтез белков и липидный обмен клеток дрожжей. Концентрация калия составляла 70,7/93,37 % (2021/2017 г.); магния, входящего в состав активного центра ряда ферментов дрожжей – 12,0/3,41 % (2021/2017 г.); натрия, стимулирующего рост, размножение и бродильную активность – 4,70/2,95 % (2021/2017 г.); кальция, регулирующего обменные процессы дрожжевых клеток – 12,6/0,26 % (2021/2017 гг.) от общей суммы изученных макроэлементов. Таким образом, обнаружено, что в вине урожая 2021 г. наблюдалось повышенное суммарное содержание аминокислот и минеральных элементов по сравнению с образцом 2017 г. Очевидно, этому способствовало сочетание теплого климата и вдвое большее количество осадков.

Образующиеся из аминокислот в процессе брожения и созревания вина органические кислоты являются важным структурным элементом конечного продукта, поэтому представляет интерес изучение данного показателя в образцах 2017 и 2021 гг. Качество и количество органических кислот влияет на кислотность, главная роль которой заключается в продлении срока хранения вина. Кроме того, кислотность препятствует развитию ряда микроорганизмов, портящих вкус и аромат, необходима для сохранения стабильности цвета красных вин, создании вкусового букета вина. В исследуемых виноматериалах обнаружены следующие органические кислоты: винная, яблочная, молочная, янтарная, уксусная, лимонная и щавелевая (рис. 1). По значимости и количественному содержанию на

первом месте стоит винная кислота – 53,66/44,03 % (2021/2017 гг.), которая больше всего влияет на вкус вина. Переизбыток винной кислоты придает вину металлический привкус, а его недостаточная концентрация – плоский вкус. В процессе формирования и созревания вина происходит снижение содержания винной кислоты за счет выпадения в осадок трудно-растворимых солей, растворимость которых зависит от концентрации определенных аминокислот (глицин, лейцин, фенилаланин). На вкус и аромат вина оказывает значительное влияние соотношение между винной и яблочной кислотами. Виноград и, соответственно, виноматериал из теплых регионов содержат меньше яблочной кислоты, количество которой выше 2 г/дм<sup>3</sup> снижает дегустационную оценку вина, сумма же винной и яблочной кислот может достигать 90 %.

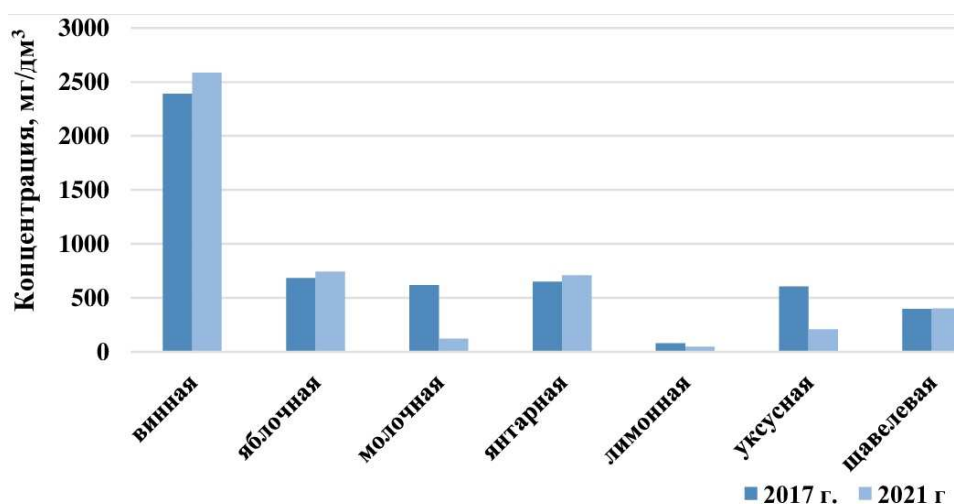


Рис. 1. Содержание органических кислот в красном сортовом вине «Каберне-Совиньон» (урожай 2017 и 2021 гг.)

В исследуемых винах концентрация яблочной кислоты составляла 15,44/12,58 % (2021/2017 гг.) от всех кислот; в зависимости от различных компонентов – минеральных веществ, концентрации этанола, сахара – данная кислота способствует проявлению вкусовых оттенков. Помимо винной и яблочной, в винограде присутствует лимонная кислота, количество которой уменьшается в процессе ферментации. Теплый климат в Дербентском районе Дагестана также способствует изменению кислотности используемого винограда; в исследуемых виноматериалах концен-



трация лимонной кислоты в 2021 и 2017 гг. составляла 0,99 и 1,47 % соответственно. Обнаруженные щавелевая 8,32/7,37 % (2021/2017 гг.), янтарная 14,74/11,97 % (2021 / 2017 гг.), молочная 2,50/11,42 % (2021 / 2017 гг.) и уксусная 4,35/9,41 % (2021/2017 гг.) кислоты, способствующие усилению вкуса и аромата, образуются в основном в процессе брожения, поэтому их содержание в вине зависит от количества ранее перечисленных кислот, присутствующих в винограде. Установлено значительно меньшее содержание молочной и уксусной кислот в образце 2021 года – в 4,5 и 2,2 раза соответственно по сравнению с вином 2017 года. Известно, что повышенные концентрации данных кислот отрицательно влияют на качество продукта, однако, в вине урожая 2017 г. их содержание было приемлемым. Концентрация остальных кислот в винах была идентичной.

В исследуемом виноматериале обнаружены фенолкарбоновые кислоты – биологически активные вещества, обладающие антиоксидантными и бактерицидными свойствами (рис. 2). В количественном отношении преобладала кофейная кислота 59,95/58,06 % (2021/2017 гг.), усиливающая и стабилизирующая окраску красных вин, являющаяся сильным антиоксидантом. Определенные нами аскорбиновая и никотиновая кислоты составляли 16,74/15,66 и 6,39/7,16 % (2021/2017 гг.) соответственно.

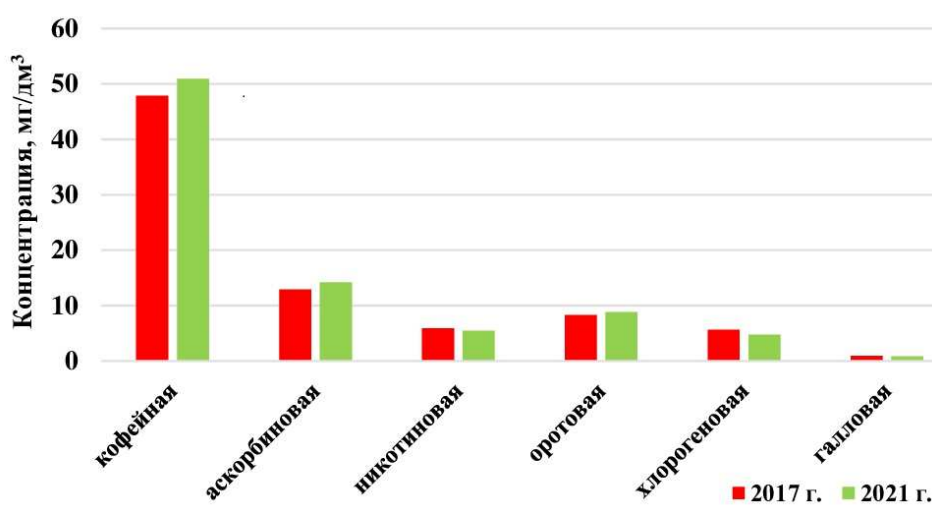


Рис. 2. Содержание фенолкарбоновых кислот в красном сортовом вине «Каберне-Совиньон» (урожай 2017 и 2021 гг.)

Аскорбиновая кислота используется в производстве для предотвращения окисления вина; никотиновая кислота, входящая в состав важнейших ферментов, активирует процесс спиртового брожения.

Оротовая кислота (витамин В<sub>13</sub>), содержащаяся в исследуемом вино-материале в количестве 10,41/10,09 % (2021/2017 гг.), оказывает стимулирующее влияние на синтез белка, нуклеиновых кислот, фосфолипидов и незаменимой аминокислоты метионина; активно используется в медицине.

Содержание хлорогеновой кислоты, также обладающей антиоксидантным действием, составляло 5,57/6,79 % (2021 / 2017 гг.). Обнаружено, что в наименьшем количестве в исследуемом вине содержится галловая кислота 0,95/1,14 % (2021 / 2017 гг.), входящая в состав дубильных веществ винограда.

Сложные эфиры данной кислоты являются эффективными антиоксидантами, что способствует использованию их в медицине. Для винодельческой промышленности галловая и хлорогеновая кислоты имеют большое значение, так как они не только обладают бактерицидной и противогрибковой активностью, но и участвуют в сложении вкуса вина.

Очевидно, определенные климатические условия, в частности, сочетание количества годовых осадков и интенсивности солнечного сияния, способствующих накоплению в винограде сорта Каберне Совиньон биологически ценных соединений, а также использование в биотехнологии активного штамма *S. cerevisiae* Y-4270 повлияли на формирование органолептической характеристики вина: цвет темно-красный с фиолетовым оттенком; аромат ягодный, с легкими пряными тонами, танинный в послевкусии (урожай 2021 г.); цвет ярко – гранатовый; аромат тонкий, с ягодными и цветочными тонами; во вкусе ощущается легкая терпкость (урожай 2017 г.).

**Выводы.** Показано влияние климатических факторов в регионе выращивания винограда на содержание свободных аминокислот, мине-

ральных веществ и органических кислот в красном сортовом вине «Каберне-Совиньон».

Обнаружено повышенное суммарное содержание аминокислот и макроэлементов в виноматериале 2021 г. по сравнению с образцом 2017 г. Очевидно, этому способствовало сочетание теплого климата и вдвое большее количество осадков в 2021 г. Установлено, что в обоих вариантах вин урожая 2017 и 2021 гг. превалировали аминокислота пролин и макроэлемент калий.

В исследуемых образцах вин обнаружена оптимальная концентрация органических кислот, участвующих в сложении вкуса, влияющих на созревание и стабильность цвета вина. Установлено наибольшее содержание винной кислоты в обоих вариантах. Среди фенолкарбоновых кислот, обладающих антиоксидантными и бактерицидными свойствами, в количественном отношении преобладала кофейная кислота.

Почвенно-климатические условия Дербентского района, использование в технологическом процессе биохимически активного штамма дрожжей и винограда сорта Каберне Совиньон способствовали формированию органолептических свойств вина с характерным ягодным ароматом.

#### Литература

1. Santamaría P., González-Arenzana L., Garijo P., Gutiérrez A.R., López R. Nitrogen Sources Added to Must: Effect on the Fermentations and on the Tempranillo Red Wine Quality // *Fermentation*. 2020. Vol. 6. P. 79-96. DOI: 10.3390/fermentation6030079
2. Якименко Е.Н., Агеева Н.М., Петров В.С., Бирюкова С.А., Михеев Е.М. Особенности изменения экстрактивности и дегустационной оценки виноматериалов под действием различных агротехнических приемов [Электронный ресурс] // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2019. № 55(1). С. 144-152. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/19/01/13.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-1-55-144-152 (дата обращения: 27.03.2023).
3. 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 // *Molecules*. 2020. Vol. 25. P. 272-289. DOI: 10.3390/molecules25020272
4. Cheng G., Liu Y., Yue T. X., Zhang Z. W. Comparison between aroma compounds in wines from four *Vitisvinifera* grape varieties grown in different shoot positions // *Food Science and Technology*. 2015. Vol. 35 (2). P. 237-246. DOI: 10.1590/1678-457X.6438

5. 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 // Journal of food agriculture and environment. 2012. Vol. 10. No 2. P. 280-288.

6. Coste A., Sousa P., Malfeito-Ferreira M. Wine tasting based on emotional responses: An expedite approach to distinguish between warm and cool climate dry red wine styles // Food Research International. 2018. Vol. 106. P. 11-21.

7. Ароматобразующий комплекс красных сухих вин «Кара-Койсу» при использовании штамма *saccharomyces cerevisiae* у-4270 [Электронный ресурс] / С.Ц. Котенко [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. № 67(1). С. 343–357. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/21/01/24.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2021-1-67-343-357 (дата обращения: 27.03.2023).

8. Влияние штаммов дрожжей *s. cerevisiae* и климатических факторов на аминокислотный состав красных столовых вин [Электронный ресурс] / Э.А. Исламмагомедова [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. № 71(5). С. 342-353. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/21/05/26.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2021-5-71-342-353 (дата обращения: 27.03.2023).

9. Yusen W., Liping Z., Shuyan D., Zhen G. Aroma characterization based on aromatic series analysis in table grapes // Scientific Reports. 2016. Vol. 6 (1). DOI: 10.1038/srep31116

10. Агеева Н.М., Ширшова А.А., Аванесьянц Р.В. Обоснование критериев для оценки качества и подлинности столовых виноградных вин на основе анализа аминокислот [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2017. № 48(6). С. 64-72. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/17/06/08.pdf>. (дата обращения: 27.03.2023).

11. Гонтарева Е.Н., Агеева Н.М., Бирюкова С.А. Исследование закономерности изменения аминокислотного состава в процессе винификации красных сортов винограда // Виноделие и виноградарство. 2017. № 2. С. 12-15.

12. Liu P.T., Ivanova-Petropulos V., Duan C.Q., Yan G.L. Effect of Unsaturated Fatty Acids on Intra-Metabolites and Aroma Compounds of *Saccharomyces cerevisiae* in Wine Fermentation // Foods. 2021. Vol. 10 (2). P. 277-293. DOI: 10.3390/foods100202773

13. Liu P.T., Zhang B.Q., Duan C.Q., Yan G.L. Pre-fermentative supplementation of unsaturated fatty acids alters the effect of over expressing ATF1 and EEB1 on esters biosynthesis in red wine // Food research international. 2020. Vol. 120. P. 210-217. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.108925

14. Liu P.T., Yu K.J., Li Y.T., Duan C.Q., Yan G.L. The content of linoleic acid in grape must influences the aromatic effect of branched-chain amino acids addition on red wine // Food research international. 2018. Vol. 114. P. 214-222. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.08.016

15. Walker G. Metals in yeast fermentation processes // Advances in Applied Microbiology. 2004. Vol. 54. P. 197-229.

16. Исламмагомедова Э.А., Котенко С.Ц., Халилова Э.А., Абакарова А.А. Минеральный состав красного столового вина, полученного с использованием нового штамма *S. cerevisiae* У-4270 // Пищевая промышленность. 2018. № 8. С. 66-69.

17. Шелудько О.Н., Гугучкина Т.И., Стрижов Н.К., Хмыров А.П. Влияние минеральных удобрений на концентрацию аминокислот в столовых виноматериалах // Виноделие и виноградарство. 2008. № 6. С. 29-31.

18. Влияние штамма дрожжей на показатели химического состава и качество красных игристых вин [Электронный ресурс] / А.С. Макаров [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018. № 50(2). С. 111–122. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/18/02/11.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2018-2-50-111-122 (дата обращения: 27.03.2023).

19. 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 // *Molecules*. 2019. Vol. 24. P. 4490-4508. DOI: 10.3390/molecules24244490

20. Штамм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* Y-4270 для производства красных столовых вин: патент RU № 2636024 С12N1/16; С12G1/00 / 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; опубл. 17.11.2017. Бюл. № 32. 5 с.

### References

1. Santamaría P., González-Arenzana L., Garijo P., Gutiérrez A.R., López R. Nitrogen Sources Added to Must: Effect on the Fermentations and on the Tempranillo Red Wine Quality // *Fermentation*. 2020. Vol. 6. P. 79-96. DOI: 10.3390/fermentation6030079

2. Yakimenko E.N., Ageeva N.M., Petrov V.S., Biryukova S.A., Mikheev E.M. Features of changes in extractivity and tasting evaluation of wine materials under the influence of various agrotechnical techniques [Electronic resource] // *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*. 2019. No. 55(1). pp. 144-152. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/19/01/13.pdf> . DOI: 10.30679/2219-5335-2019-1-55-144-152 (accessed: 03/27/2023).

3. 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 // *Molecules*. 2020. Vol. 25. P. 272-289. DOI: 10.3390/molecules25020272

4. Cheng G., Liu Y., Yue T. X., Zhang Z. W. Comparison between aroma compounds in wines from four *Vitisvinifera* grape varieties grown in different shoot positions // *Food Science and Technology*. 2015. Vol. 35 (2). P. 237-246. DOI: 10.1590/1678-457X.6438

5. 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 // *Journal of food agriculture and environment*. 2012. Vol. 10. No 2. P. 280-288.

6. Coste A., Sousa P., Malfeito-Ferreira M. Wine tasting based on emotional responses: An expedite approach to distinguish between warm and cool climate dry red wine styles // *Food Research International*. 2018. Vol. 106. P. 11-21.

7. Aroma-forming complex of red dry wines "Kara-Koysu" when using the strain *saccharomyces cerevisiae* y-4270 [Electronic resource] / S.Ts. Kotenko [et al.] // *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*. 2021. No. 67(1). pp. 343-357. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/21/01/24.pdf> . DOI: 10.30679/2219-5335-2021-1-67-343-357 (accessed: 03/27/2023).

8. Influence of strains of yeast *S. cerevisiae* and climatic factors on the amino acid composition of red table wines [Electronic resource] / E.A. Islammagomedova [et al.] // *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*. 2021. No. 71(5). pp. 342-353. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/21/05/26.pdf> . DOI: 10.30679/2219-5335-2021-5-71-342-353 (accessed: 03/27/2023).

9. Yusen W., Liping Z., Shuyan D., Zhen G. Aroma characterization based on aromatic series analysis in table grapes // *Scientific Reports*. 2016. Vol. 6 (1). DOI: 10.1038/srep31116

10. Ageeva N.M., Shirshova A.A., Avanes'yanc R.V. Substantiation of criteria for assessing the quality and authenticity of table grape wines based on the analysis of amino acids // *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*. 2017. №. 48 (6). P. 64-72. <http://journalkubansad.ru/pdf/17/06/08.pdf>, 480 Кб (date of the application: 2.09.2022). (in Russian)

11. Gontareva E.N., Ageeva N.M., Biryukova S.A. Investigation of the regularity of changes in amino acid composition in the process of vinification of red grape varieties // *Winemaking and viticulture*. 2017. №. 2. P. 12-15. (in Russian)

12. Liu P.T., Ivanova-Petropulos V., Duan C.Q., Yan G.L. Effect of Unsaturated Fatty Acids on Intra-Metabolites and Aroma Compounds of *Saccharomyces cerevisiae* in Wine Fermentation // *Foods*. 2021. Vol. 10 (2). P. 277-293. DOI: 10.3390/foods100202773

13. Liu P.T., Zhang B.Q., Duan C.Q., Yan G.L. Pre-fermentative supplementation of unsaturated fatty acids alters the effect of over expressing ATF1 and EEB1 on esters biosynthesis in red wine // *Food research international*. 2020. Vol. 120. P. 210-217. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.108925

14. Liu P.T., Yu K.J., Li Y.T., Duan C.Q., Yan G.L. The content of linoleic acid in grape must influences the aromatic effect of branched-chain amino acids addition on red wine // *Food research international*. 2018. Vol. 114. P. 214-222. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.08.016

15. Walker G. Metals in yeast fermentation processes // *Advances in Applied Microbiology*. 2004. Vol. 54. P. 197-229.

16. Islammagomedova E.A., Kotenko S.C., Halilova E.A., Abakarova A.A. Mineral composition of red table wine obtained using a new strain of *S. cerevisiae* Y-4270 // *Food industry*. 2018. №. 8. P. 66-69. (in Russian)

17. Shelud'ko O.N., Guguchkina T.I., Strizhov N.K., Hmyrov A.P. Influence of mineral fertilizers on the concentration of amino acids in table wine materials // *Winemaking and viticulture*. 2008. №. 6. P. 29-31. (in Russian)

18. The influence of the yeast strain on the chemical composition and quality of red sparkling wines [Electronic resource] / A.S. Makarov [et al.] // *Fruit growing and wine production in the South of Russia*. 2018. No. 50(2). pp. 111-122. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/18/02/11.pdf> . DOI: 10.30679/2219-5335-2018-2-50-111-122 (accessed: 03/27/2023). (in Russian)

19. 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 // *Molecules*. 2019. Vol. 24. P. 4490-4508. DOI: 10.3390/molecules24244490

20. Yeast strain *Saccharomyces cerevisiae* Y-4270 for the production of red table wines: patent RU No. 2636024 C12N1/16; C12G1/00 / Kotenko S.Ts., Aliverdieva D.A., Sadulaev M.M., Palyan Yu.L., Khalilova E.A., Islammagomedova E.A., Abakarova A.A.; dec. 12/12/2016; publ. 11/17/2017. Bull. №. 32. 5 p. (in Russian)