

УДК 663.21/222/253.4

DOI 10.30679/2219-5335-2021-5-71-342-353

**ВЛИЯНИЕ ШТАММОВ
ДРОЖЖЕЙ *S. CEREVISIAE*
И КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА АМИНОКИСЛОТНЫЙ
СОСТАВ КРАСНЫХ СТОЛОВЫХ ВИН**

Исламмагомедова Эльвира Ахмедовна¹
канд. биол. наук
ст. научный сотрудник
лаборатории биохимии
и биотехнологии
e-mail: islammagomedova@mail.ru

Котенко Светлана Цалистиновна¹
канд. биол. наук
вед. научный сотрудник
лаборатории биохимии
и биотехнологии
e-mail: kotenko3939@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
ст. научный сотрудник
НЦ «Виноделие»
e-mail: skripka58@mail.ru

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

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

Аливердиева Динара Алиевна¹
канд. биол. наук
зав. лабораторией
биохимии и биотехнологии
e-mail: aliverdieva_d@mail.ru

UDC 663.21/222/253.4

DOI 10.30679/2219-5335-2021-5-71-342-353

**INFLUENCE OF *S. CEREVISIAE*
YEAST STRAINS AND CLIMATIC
FACTORS ON THE AMINO ACID
COMPOSITION
OF RED TABLE WINE**

Islammagomedova Elvira Akhmedovna¹
Cand. Biol. Sci.
Senior Research Associate
of biochemistry and biotechnology
laboratory
e-mail: islammagomedova@mail.ru

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

Shelud'ko Olga Nikolaevna²
Dr. Tech. Sci., Docent
Head of SC «Wine-making»
e-mail: scheludcko.olga@yandex.ru

Mitrofanova Ekaterina Aleksandrovna²
Cand. of Agric. Sci.
Senior Researcher of
SC «Wine-making»
e-mail: skripka58@mail.ru

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

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

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

¹Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра РАН, Махачкала, Республика Дагестан, Россия

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

Представлены результаты изучения качественного состава и количественного содержания аминокислот в красных столовых винах, изготовленных из винограда сорта Каберне-Совиньон с использованием штаммов *S. cerevisiae* Y-4270 и Дербентская-19. Обнаружено, что на концентрацию аминокислот в образцах вина оказали влияние индивидуальные особенности штаммов дрожжей, применяемых в процессе приготовления, и определенные климатические параметры в регионе, различные в 2019 и 2020 годах (количество годовых осадков и интенсивность солнечного освещения). Во всех вариантах вина наблюдалось существенное варьирование как суммы, так и концентраций отдельных аминокислот. Наибольшее содержание свободных аминокислот обнаружено в образце урожая 2020 года, приготовленного с использованием штамма Д-19. Установлено, что во всех вариантах превалирует пролин; в процентном соотношении от общей суммы аминокислот его содержание во всех вариантах приблизительно одинаково, однако в мг/дм³ эти показатели в несколько раз выше в образцах 2020 года. В вине, полученном с использованием нового штамма *S. cerevisiae* Y-4270, концентрация пролина в 2 раза меньше по сравнению со вторым вариантом (*S. cerevisiae* Д-19), что отразилось на его органолептической оценке. В результате сравнительного анализа показано, что общее содержание

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

²Federal 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 in red table wines made from Cabernet-Sauvignon grape variety using *S. cerevisiae* Y-4270 and Derbentskaya-19 strains are presented. It was found that the concentration of amino acids in wine samples was influenced by the individual characteristics of the yeast strains applicated in the preparation process, and certain climatic parameters in the region, which are different in 2019 and 2020 – the amount of annual precipitation and the insolation intensity. In all variants of wine, there was a significant variation in both the sum and the concentrations of individual amino acids. The highest content of free amino acids was found in the 2020 yield sample prepared using the D-19 strain. It was found that proline prevails in all variants; as a percentage of the total amount of amino acids, its content in all variants is approximately the same, however, in mg/dm³, these indicators are several times higher in the samples of 2020. In the wine obtained using the new strain of *S. cerevisiae* Y-4270, the concentration of proline is 2 times less than in the second variant (*S. cerevisiae* D-19), which affected its organoleptic assessment. As a result of a comparative analysis, it was shown that the total content of essential amino

незаменимых аминокислот в изучаемых винах не превышало уровень 77,31 мг/дм³. Образующиеся при брожении, в основном из аминокислот, вещества, усиливающие полноту аромата, оказали влияние на качество виноматериалов. Очевидно, оптимальная концентрация свободных аминокислот в исследуемых нами образцах способствовала формированию высоких органолептических показателей красных сухих вин.

Ключевые слова: АМИНОКИСЛОТЫ, КРАСНЫЕ СУХИЕ ВИНА, ШТАММЫ ДРОЖЖЕЙ, КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

acids in the studied wines did not exceed the level of 77.31 mg/dm³. Formed during fermentation mainly from amino acids, substances that enhance the fullness of the aroma, influenced the quality of wine materials. Obviously, the optimal concentration of free amino acids in the samples studied by us contributed to the formation of high organoleptic characteristics of dry red wines.

Key words: AMINO ACIDS, DRY RED WINES, YEAST STRAINS, CLIMATIC PARAMETERS

Введение. Благодаря своему составу красные сухие вина обладают ценными свойствами, представляющими интерес для научных исследований и практического применения, что подтверждается многочисленными публикациями в этой области [1-10]. В процессе спиртового брожения, которое является основой изготовления вина, важную роль играют аминокислоты. Их концентрация в винограде и вине во многом зависит от используемых в процессе брожения штаммов дрожжей, экологических условий произрастания, сорта и степени зрелости винограда [11-17]. Для оценки подлинности столовых виноградных вин и их качества применяются различные физико-химические показатели, в частности, в виде критерия возможно определение массовой концентрации и соотношения между отдельными аминокислотами [18]. Роль аминокислот в формировании вкуса, цвета, аромата вин очень важна.

Разнообразные оттенки винному аромату способны придавать образующиеся в процессе дезаминирования аминокислот такие вещества, как высшие спирты и альдегиды. На аромат и букет также влияют образующиеся из аминокислот в процессе созревания вина эфиры, кето-, окси- и жирные кислоты. На качественное и количественное содержание аминокислот в винах оказывают влияние и индивидуальные особенности штаммов дрожжей. Ра-

нее нами методом селекции из спонтанной микрофлоры винограда сорта Каберне-Совиньон был выделен штамм *S. cerevisiae* Y-4270. Сочетание определенных климатических условий и состава почвы, оказывающих влияние на качество винограда, и использование физиологически активного штамма дрожжей способствовали получению красного столового вина с высокими органолептическими показателями [19].

Цель работы: изучение качественного состава и количественного содержания аминокислот в красных столовых винах, изготовленных из винограда сорта Каберне-Совиньон с использованием штаммов *S. cerevisiae*.

Объекты и методы исследований. Объектами наших исследований являлись красные столовые вина, приготовленные по классической технологии с использованием штаммов дрожжей *S. cerevisiae* ВКПМ Y-4270 [19] и *S. cerevisiae* Дербентская-19 на ОАО «Дербентский завод игристых вин». Виноматериалы получены из технического сорта винограда Каберне-Совиньон, который произрастает в поселке Геджух Дербентского района Республики Дагестан. Для данной предгорно-прибрежной территории Дербентского района характерны каштановые карбонатные почвы, мягкий климат, теплые и непродолжительные зимы. Исследовали образцы вин, полученные из винограда урожая 2019 и 2020 гг. Качественный и количественный аминокислотный состав определяли методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель 105» (Россия).

Обсуждение результатов. Представлены результаты изучения качественного состава и количественного содержания аминокислот в красных столовых винах (табл. 1). Сорт винограда, состав почвы и используемые удобрения в данных исследованиях были идентичны. Очевидно, на концентрацию аминокислот в образцах вина оказали влияние индивидуальные особенности штаммов дрожжей *S. cerevisiae* Y-4270 и *S. cerevisiae* Дербентская-19, применяемых в процессе приготовления вина, и определенные климатические пара-

метры, различные в 2019 и 2020 годах. По информации, предоставленной Дагестанским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, интенсивность солнечного сияния составляла 2034,0 / 2207,1 часов (2019/2020 гг.); годовые осадки – 225,2/491,1 (2019/2020 гг.); средняя температура воздуха – 15,0/14,8 °С (2019/2020 гг.); относительная влажность воздуха – 70/69 (2019/2020 гг.); средняя скорость ветра – 2,2/2,3 м/с (2019/2020 гг.). Как показывают данные наблюдения, количество годовых осадков и интенсивность солнечного сияния в 2020 году превышали данные показатели 2019 года в 2,2 и 1,09 раза соответственно.

Таблица 1 – Качественный состав и количественное содержание (мг/дм³) аминокислот в красных столовых винах

Штаммы Аминокислоты	<i>S. cerevisiae</i> Д-19 урожай 2019 г.	<i>S. cerevisiae</i> Д-19 урожай 2020г.	<i>S. cerevisiae</i> У-4270 урожай 2019 г.	<i>S. cerevisiae</i> У-4270 урожай 2020 г.
аргинин	1,478	66,7	0,8204	66,33
тирозин	-	7,883	0,3118	-
β-фенилаланин	-	4,657	0,0004161	3,753
гистидин	-	1,242	-	6,514
лейцин	0,1406	2,73	0,01123	2,765
метионин	2,234	13,10	1,527	43,05
валин	2,288	3,03	1,207	10,23
пролин	571,5	2234,00	410,10	1135,00
серин	15,00	11,50	4,948	10,18
α-аланин	3,287	7,144	0,7569	6,641
глицин	3,945	6,987	1,93	2,726
треонин	52,55	-	8,134	11,00
Сумма	652,40	2359,00	429,70	1298,00

Так как одним из основных питательных субстратов для дрожжей являются аминокислоты, переходящие в дрожжевую массу в процессе брожения, содержание различных аминокислот в вине может варьировать в широких пределах. Как известно, в зависимости от химического состава аминокислоты делятся на нейтральные (аланин, валин, глицин, лейцин, серин, треонин), серосодержащие (метионин), основные (аргинин, гистидин), гетероциклические (пролин) и ароматические (тирозин, фенилаланин). Со-

гласно данной классификации, во всех вариантах превалирует гетероциклическая кислота пролин, содержание остальных аминокислот значительно варьирует (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние климатических факторов и используемых для производства вин штаммов дрожжей *S. cerevisiae* Y-4270 и Д-19 на содержание аминокислот (% от общей суммы), различающихся по химической структуре

Аминокислоты (химическая структура)	Y-4270 урожай 2019 г.	Y-4270 урожай 2020 г.	Д-19 урожай 2019 г.	Д-19 урожай 2020 г.
Основные	0,19	5,61	0,23	2,88
Серосодержащие	0,36	3,32	0,34	0,56
Нейтральные	3,94	3,35	11,83	1,33
Гетероциклические	95,44	87,44	87,60	94,70
Ароматические	0,07	0,29	-	0,53

В процессе брожения уменьшается концентрация почти всех аминокислот, кроме пролина, что объясняет его количественное преимущество в образцах вина. В большом количестве пролин может отрицательно влиять на вкус вина, придавая ему определенную грубость. В процентном соотношении от общей суммы аминокислот содержание пролина во всех вариантах приблизительно одинаково, однако эти показатели намного выше в образцах 2020 года (табл. 1). При этом в вине, полученном с использованием нового штамма *S. cerevisiae* Y-4270, концентрация пролина в 2 раза меньше по сравнению со вторым вариантом (*S. cerevisiae* Д-19), что отразилось на органолептической оценке и подтверждено повышенным дегустационным баллом [20].

В результате сравнительного анализа показано, что общее содержание незаменимых аминокислот в исследуемых винах не превышало уровень 77,31 мг/дм³. В процентном соотношении к общей сумме незаменимые аминокислоты составляли 8,77/2,60; Д-19/Y-4270 – 2019 г.; 1,38/5,96; Д-19/Y-4270 – 2020 г. Следует отметить, что во всех вариантах были обнаружены следующие незаменимые аминокислоты: лейцин, валин и метионин. В образцах вина 2019 года наблюдалась существенная разница

как в содержании лейцина и процентном соотношении к общей сумме аминокислот (0,02/0,00; штаммы Д-19/У-4270), так и в его значительно меньшем количестве по сравнению с вином 2020 года. Концентрация лейцина в образцах вина урожая 2020 года была практически одинаковой, однако в процентном соотношении к общей сумме аминокислот наблюдалась разница почти в 2 раза (0,11 / 0,21; штаммы Д-19 / У-4270 соответственно).

Величины содержания валина во всех вариантах варьировали в пределах порядка, в процентном соотношении к общей сумме аминокислот (0,35 / 0,28; Д-19 / У-4270 – 2019 г.; 0,13 / 0,79; Д-19 / У-4270 – 2020 г.) отличались образцы вина 2020 года: наименьший – с использованием штамма Д-19, наибольший – У-4270. Концентрация метионина составляла незначительное количество в винах урожая 2019 года и достигала максимального значения в образцах 2020 года – 0,34 / 0,36 (2019 г.); 0,56 / 3,32 % (2020 г.); штаммы Д-19 / У-4270. При повышенной концентрации данной аминокислоты в винах – более 40 мг/дм³ - возможно появление сероводородного тона. В образце, полученном с использованием штамма У-4270, содержание метионина составляло 43,05 мг/дм³, что, однако не повлияло на органолептические характеристики вина [20]. Лишь в образцах вина 2020 года обнаружен β-фенилаланин – 0,20 / 0,30 % от общей суммы аминокислот; Д-19 / У-4270 и в следовых количествах в вине 2019 года с использованием штамма У-4270. Установлено, что содержание треонина, обнаруженного в трех образцах, составляло 8,06 / 1,89 %; Д-19 / У-4270 (2019 г.) и 0,85 %; У-4270 (2020 г.). Как мы можем наблюдать, концентрация определенных незаменимых аминокислот в различных вариантах вина варьировала в широких пределах. Вероятно, этому способствовали климатические условия – годовые осадки и интенсивность солнечного сияния.

Незаменимые аминокислоты в рационе необходимы для нормального развития организма. Однако, некоторые незаменимые аминокислоты, такие как тирозин, триптофан, гистидин, присутствуя в повышенных количествах, могут быть токсичны. Гистидин обнаружен лишь в винах 2020 года –

0,05 / 0,50 % от общей суммы аминокислот; штаммы Д-19 / У-4270. Несмотря на десятикратную разницу, в обоих образцах гистидин содержался в пределах нормы. Тирозин зафиксирован в следующих вариантах: 2019 г. (У-4270) – 0,07 % и 2020 г. (Д-19) – 0,33 %. В данном случае, в процентном соотношении к общей сумме аминокислот концентрация тирозина в вине урожая 2020 года в 4,7 раза превышала аналогичный показатель 2019 года; в мг/дм³ – в 25 раз, при этом порог токсичности не превышался.

В исследуемых нами винах наибольшее содержание заменимых аминокислот обнаружено в образце урожая 2020 года, приготовленного с использованием штамма Д-19; массовая концентрация составляла 2326,36 мг/дм³. Как было показано выше, во всех вариантах превалировал пролин. Значительно отличались величины концентрации аргинина, при этом наибольшее содержание обнаружено в образцах 2020 года (табл. 3).

Таблица 3 – Содержание заменимых аминокислот (% от общей суммы) в красных столовых винах

Заменимые аминокислоты	У-4270 урожай 2019 г.	У-4270 урожай 2020 г.	Д-19 урожай 2019 г.	Д-19 урожай 2020 г.
аргинин	0,19	5,11	0,23	2,84
пролин	95,43	87,44	87,60	94,70
серин	1,15	0,78	2,30	0,49
α-аланин	0,18	0,51	0,50	0,30
глицин	0,45	0,21	0,60	0,29
сумма заменимых аминокислот	97,40	94,05	91,23	98,62

Так как известно, что для оценки подлинности вина и его качества возможно использование величины соотношений между отдельными аминокислотами [18], нами были рассмотрены аналогичные критерии (табл. 4). В результате проведенных исследований обнаружено, что во всех вариантах соотношения «сумма аминокислот: пролин» были идентичны; остальные величины варьировали в достаточно широких пределах значений. Вероятно, на данные показатели в наибольшей степени повлияли используемые штаммы дрожжей *S. cerevisiae* и климатические факторы в период

2019-2020 гг., так как особенности винограда Каберне-Совиньон и место его произрастания одни и те же.

Таблица 4 – Соотношение между свободными аминокислотами в красных столовых винах

Аминокислоты (соотношение)	Д-19 урожай 2019 г.	У-4270 урожай 2019 г.	Д-19 урожай 2020 г.	У-4270 урожай 2020 г.
лейцин: метионин	0,063	0,007	0,203	0,064
лейцин: треонин	0,030	0,001	-	0,251
метионин: валин	0,976	2,017	4,323	4,208
метионин: треонин	0,043	0,188	-	3,914
пролин: тирозин	-	1315,267	283,394	-
пролин: аланин	173,867	541,815	312,710	170,908
тирозин: аланин	-	0,412	1,103	-
сумма аминокислот: пролин	1,142	1,048	1,056	1,144

Известно, что при спиртовом брожении в основном из аминокислот образуются ароматические спирты: β -фенилэтиловый спирт, обладающий в чистом виде ароматом чайной розы, изобутиловый и изоамиловый спирты, повышенные концентрации которых способны придавать винам грубый тон си-вушных масел. Определенное ранее в винах суммарное содержание этих спиртов, усиливающих полноту аромата, было в пределах нормы [20]. Очевидно, оптимальная концентрация свободных аминокислот в виноматериалах способствовала формированию данных органолептических показателей вина.

Выводы. Установлено существенное варьирование как суммы, так и концентраций отдельных аминокислот в красных столовых винах, изготовленных из винограда сорта Каберне-Совиньон, в зависимости от различных климатических факторов и индивидуальных особенностей штаммов дрожжей *S. cerevisiae* У-4270 и Дербентская-19.

Показано, что количество годовых осадков и интенсивность солнечного сияния в регионе выращивания винограда имеют определенное значение для накопления свободных аминокислот в красных столовых винах.

Наибольшее содержание свободных аминокислот обнаружено в образце урожая 2020 года, приготовленного с использованием штамма

S. cerevisiae Д-19. Установлено, что во всех вариантах превалирует заменимая аминокислота пролин; в процентном соотношении от общей суммы ее содержание во всех вариантах приблизительно одинаково, однако, в мг/дм³ эти показатели в несколько раз выше в образцах 2020 года, когда количество годовых осадков и интенсивность солнечного сияния превышали данные показатели 2019 года в 2,2 и 1,09 раза соответственно.

Оптимальная концентрация свободных аминокислот в исследуемых нами образцах способствовала формированию высоких органолептических показателей красных сухих вин.

Литература

1. 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. DOI: org/10.3390/foods100202773.
2. 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. № 79. DOI: 10.3390/fermentation6030079.
3. 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. № 24. P. 4490. DOI: 10.3390/molecules24244490.
4. Coste A., Sousa P., Malfeito-Ferreira M. Wine tasting based on emotional responses: expedite approach to distinguish between warm and cool climate dry red wine styles // *Food Research International*. 2018. Vol. 106. P. 11-21.
5. Sáenz-Navajas M.P., Ballester J., Pêcher C., Peyron D., Valentin D. Sensory drivers of intrinsic quality of red wines, Effect of culture and level of expertise // *Food Research International*. 2013. Vol. 54 (2). P. 1506-1518.
6. Влияние штамма дрожжей на показатели химического состава и качество красных игристых вин / А.С. Макаров [и др.] [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018. № 50(2). С. 111-22. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/18/02/11.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2018-2-50-111-122 (дата обращения: 30.08.2021).
7. Особенности изменения экстрактивности и дегустационной оценки виноматериалов под действием различных агротехнических приемов [Электронный ресурс] / Е.Н. Якименко [и др.]. // 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: 30.08.2021).
8. Liu P.T., Zhang B.Q., Duan C.Q., Yan G.L. Pre-fermentative supplementation of unsaturated fatty acids alters the effect of overexpressing ATF1 and EEB1 on esters biosynthesis in red wine. 2020. Vol. 120. DOI: org/10.1016/j.lwt.2019.108925.
9. Antalick G.; Suklje, K.; Blackman, J.W.; Meeks, C.; Deloire, A.; Schmidtke, L.M. Influence of grape composition on red wine ester profile: Comparison between Cabernet Sauvignon and Shiraz cultivars from Australian warm climate // *J. Agric. Food Chem.* 2015. Vol. 63. P. 4664-4672. DOI: org/10.1021/acs.jafc.5b0096620.
10. 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. № 272. DOI: 10.3390/molecules25020272.

11. Martínez-Pinilla O., Guadalupe Z., Hernandez Z., Ayestarán B. Amino acids and biogenic amines in red varietal wines: the role of grape variety, malolactic fermentation and vintage // *European Food Research and Technology*. 2013. Vol. 237. P. 897-895. DOI: 10.1007/s00217-013-2059-x.
12. 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.
13. 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.
14. Zhang Y., Liu G.X., Zhu L.Y., Zhang J. Relationship between amino acids and ethyl carbamate in wine // *Modern Food Science And Technology*. 2015. Vol. 31. № 9. P. 296-300. DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.9.048.
15. Aplakov V. The role of wine basic organic and amino acids in proline biosynthesis during secondary alcoholic fermentation // *General question of world science. Collection of scientific papers on materials VII International Scientific Conference*. 2019. P. 85-87. DOI: 10.18411/gq-30-03-2019-20.
16. Шелудько О.Н., Стрижов Н.К., Ястребов М.А. Косвенное определение суммарного содержания аминокислот в винах по кривым потенциометрического титрования // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2011. № 4 (322). С. 113-115.
17. 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.
18. Ageeva N.M., Shirshova A.A., Avanes'yanc R.V. Obosnovanie kriteriev dlya ocenki kachestva i podlinnosti stolovyh vinogradnyh vin na osnove analiza aminokislot [Elektronnyj resurs] // *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2017. № 48(6). S. 64-72. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/17/06/08.pdf>. (data obrashcheniya: 30.08.2021).
19. Штамм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* Y-4270 для производства красных столовых вин: патент РФ № RU 2636024 C12N1/16; C12G1/00 / 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; опубли. 17.11.2017, Бюл. № 32. 5 с.
20. Влияние условий выращивания винограда на биологическую ценность красных столовых вин (Дагестан) / С.Ц. Котенко [и др.] // *Виноделие и виноградарство*. 2020. № 2. С. 24-30.

References

1. 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. DOI: [org/10.3390/foods100202773](https://doi.org/10.3390/foods100202773).
2. 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. № 79. DOI: 10.3390/fermentation6030079.
3. 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. № 24. P. 4490. DOI: 10.3390/molecules24244490.
4. Coste A., Sousa P., Malfeito-Ferreira M. Wine tasting based on emotional responses: expedite approach to distinguish between warm and cool climate dry red wine styles // *Food Research International*. 2018. Vol. 106. P. 11-21.
5. Sáenz-Navajas M.P., Ballester J., Pêcher C., Peyron D., Valentin D. Sensory drivers of intrinsic quality of red wines, Effect of culture and level of expertise // *Food Research International*. 2013. Vol. 54 (2). P. 1506-1518.

6. Vliyanie shtamma drozhzhej na pokazateli himicheskogo sostava i kachestvo krasnyh igristyh vin / A.S. Makarov [i dr.] [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2018. № 50(2). S. 111-22. URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/18/02/11.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2018-2-50-111-122 (data obrashcheniya: 30.08.2021).

7. Osobennosti izmeneniya ekstraktivnosti i degustacionnoj ocenki vinomaterialov pod dejstviem razlichnyh agrotekhnicheskikh priemov [Elektronnyj resurs] / E.N. Yakimenko [i dr.]. // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2019. № 55(1). S. 144-152. URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/19/01/13.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-1-55-144-152 (data obrashcheniya: 30.08.2021).

8. Liu P.T., Zhang B.Q., Duan C.Q., Yan G.L. Prefermentative supplementation of unsaturated fatty acids alters the effect of overexpressing ATF1 and EEB1 on esters biosynthesis in red wine. 2020. Vol. 120. DOI: [org/10.1016/j.lwt.2019.108925](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108925).

9. Antalick G.; Suklje, K.; Blackman, J.W.; Meeks, C.; Deloire, A.; Schmidtke, L.M. Influence of grape composition on red wine ester profile: Comparison between Cabernet Sauvignon and Shiraz cultivars from Australian warm climate // J. Agric. Food Chem. 2015. Vol. 63. P. 4664-4672. DOI: [org/10.1021/acs.jafc.5b0096620](https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b0096620).

10. 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. № 272. DOI: 10.3390/molecules25020272.

11. Martínez-Pinilla O., Guadalupe Z., Hernandez Z., Ayestarán B. Amino acids and biogenic amines in red varietal wines: the role of grape variety, malolactic fermentation and vintage // European Food Research and Technology. 2013. Vol. 237. P. 897-895. DOI: 10.1007/s00217-013-2059-x.

12. 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.

13. Shelud'ko O.N., Guguchkina T.I., Strizhov N.K., Hmyrov A.P. Vliyanie mineral'nyh udobrenij na koncentraciyu aminokislot v stolovyh vinomaterialah // Vinodelie i vinogradarstvo. 2008. № 6. S. 29-31.

14. Zhang Y., Liu G.X., Zhu L.Y., Zhang J. Relationship between amino acids and ethyl carbamate in wine // Modern Food Science and Technology. 2015. Vol. 31. № 9. P. 296-300. DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.9.048.

15. Aplakov V. The role of wine basic organic and amino acids in proline biosynthesis during secondary alcoholic fermentation // General question of world science. Collection of scientific papers on materials VII International Scientific Conference. 2019. P. 85-87. DOI: 10.18411/gq-30-03-2019-20.

16. Shelud'ko O.N., Strizhov N.K., Yastrebov M.A. Kosvennoe opredelenie summarnogo sodержaniya aminokislot v vinah po krivym potenciometricheskogo titrovaniya // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya. 2011. № 4 (322). S. 113-115.

17. Gontareva E.N., Ageeva N.M., Biryukova S.A. Issledovanie zakonornosti izmeneniya aminokislotojnogo sostava v processe vinifikacii krasnyh sortov vinograda // Vinodelie i vinogradarstvo. 2017. № 2. S. 12-15.

18. Ageeva N.M., Shirshova A.A., Avanes'yanc R.V. Obosnovanie kriteriev dlya ocenki kachestva i podlinnosti stolovyh vinogradnyh vin na osnove analiza aminokislot [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2017. № 48(6). S. 64-72. URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/17/06/08.pdf>. (data obrashcheniya: 30.08.2021).

19. Shtamm drozhzhej *Saccharomyces cerevisiae* Y-4270 dlya proizvodstva krasnyh stolovyh vin: patent RF № RU 2636024 C12N1/16; C12G1/00 / 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; opubl. 17.11.2017, Byul. № 32. 5 s.

20. Vliyanie uslovij vyrashchivaniya vinograda na biologicheskuyu cennost' krasnyh stolovyh vin (Dagestan) / S.C. Kotenko [i dr.] // Vinodelie i vinogradarstvo. 2020. № 2. S. 24-30.