

УДК 663. 21/222/253.4

UDC 663. 21/222 / 253.4

DOI 10.30679/2219-5335-2020-6-66-382-395

DOI 10.30679/2219-5335-2020-6-66-382-395

**ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНО-
КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА СОСТАВ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ
ВЕЩЕСТВ В КРАСНЫХ
СТОЛОВЫХ ВИНАХ**

**INFLUENCE OF NATURAL-
CLIMATIC FACTORS
THE COMPOSITION
OF NITROGEN CONTAINING
SUBSTANCES IN RED TABLE WINES**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Islammagomedova Elvira Akhmedovna¹
Cand. Biol. Sci.
Senior Research Associate
of Biochemistry and Biotechnology
Laboratory
e-mail: islammagomedova@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 Sciency,
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

Цель работы – оценить влияние природно-климатических факторов на азотистый состав красных столовых вин из винограда сорта Каберне-Совиньон, произрастающего на территории Дербентского района Республики Дагестан. Объекты исследования – образцы красных столовых вин: №1 – урожай 2017 г., № 2 – урожай 2018 г. Вина изготовлены на Дербентском заводе игристых вин. Для сбраживания использовали штамм дрожжей *S. cerevisiae* ВКПМ Y-4270. Исследование аминокислот, азотистых веществ в виноматериалах осуществлено с использованием капиллярного электрофореза на приборах серии «Капель 103» и «Капель 105». Физико-химические показатели определяли стандартными методами, применяемыми в энохимии. Объемная доля этилового спирта составляла 11,3 и 13,0 % об. в исследуемых образцах, массовая концентрация титруемых кислот – 5,0 и 6,0 г/дм³, соответственно. Установлена концентрация азотистых соединений в анализируемых образцах: массовая концентрация общего азота – 146 и 184 мг/дм³, ионов аммония – 3,1 и 3,2 мг/дм³, белка – 8,5 и 10,1 мг/дм³, соответственно. Исследована протеазная активность штамма *S. cerevisiae* ВКПМ Y-4270, она варьировала от 127 у.е. (образец № 1), до 138 у.е. (образец № 2). В опытных образцах вин идентифицировано 15 аминокислот, массовая концентрация

The aim of the work is to assess the influence of natural and climatic factors the nitrogen composition of red table wines from Cabernet Sauvignon grapes growing in the Derbent District of the Republic of Daghestan. Objects of research – the samples of red table wines: No. 1 – harvest 2017, No. 2 – harvest 2018. The wines were made at Derbent sparkling wine factory. The yeast strain *S. cerevisiae* VKPM Y-4270 was used for fermentation. The study of amino acids and nitrogenous substances in the wine materials was carried out using capillary electrophoresis on devices of the "Kapel 103" and "Kapel 105" series. Physical and chemical parameters were determined by standard methods used in enochemistry. The volume fraction of ethyl spitre was 11.3 and 13.0 % vol. in the studied samples, the mass concentration of titrated acids was 5.0 and 6.0 g/dm³, respectively. The concentration of nitrogenous compounds in the analyzed samples was established: the mass concentration of total nitrogen is 146 and 184 mg / dm³, ammonium ions – 3.1 and 3.2 mg/dm³, and protein – 8.5 and 10.1 mg / dm³, respectively. The protease activity of the *S. cerevisiae* strain VKPM Y-4270 was studied, it varied from 127 cu (sample № 1) to 138 cu (sample № 2). 15 amino acids were identified

которых составляла: образец № 1 – 4952,68, образец № 2 – 1672,78 мг/дм³.

Аминокислота пролин, как важный белковый строительный материал клетки, превалировала во всех образцах, но количество ее в вине 2018 года в 3,1 раза выше. Из незаменимых аминокислот в этом же образце вина обнаружено повышенное содержание метионина, лизина, гистидина, изолейцина, триптофана. Опытные вина получили довольно высокую дегустационную оценку, отличались высокой биологической ценностью.

Ключевые слова: КЛИМАТ, ВИНОГРАД, ШТАММ *S. CEREVISIAEY* ВКПМ Y-4270, КРАСНОЕ ВИНО, АЗОТ, ПРОТЕАЗЫ, АМИНОКИСЛОТЫ

in the experimental samples of wine, the mass concentration of which was: sample № 1 – 4952.68 and sample № 2 – 1672.78 mg / dm³. The amino acid proline, as an important protein building material for the cell, prevailed in all samples, its amount in 2018 wine is 3.1 times higher. Of the essential amino acids in the same wine sample, an increased content of methionine, lysine, histidine, isoleucine, and tryptophan was found. The wines under experiment had a fairly high tasting rating and a high biological value.

Key words: CLIMATE, GRAPES, *S. CEREVISIAEY* STRAIN VKPM Y-4270, RED WINE, NITROGEN, PROTEASES, AMINO ACIDS

Введение. Климат является наиболее важным экологическим фактором в созревании винограда и составе ягод для получения качественного вина с индивидуальными характеристиками. В последние годы актуальны исследования по установлению влияния природно-климатических условий на фенологию и физико-химические показатели винограда и, в конечном итоге, на винификацию, микробиологию, химию вина, а также на сенсорные свойства [1-5]. Развитие виноградной лозы часто проходит в неоптимальных условиях, под влиянием абиотических стрессов, вызываемых такими факторами как водный режим, дефицит или избыток питательных веществ, солнечное излучение, экстремальная жара или низкие температуры [5].

Ежегодные изменения климата территории, где расположены виноградники, создают эффект «винтажей». Это означает, что вкусовые и ароматические свойства виноградного растения в зависимости от региона и суммы климатических изменений могут иметь положительные или отрицательные последствия для качества винной продукции. Большой интерес при этом вызывают преобразования азотистых соединений, включающих катионы аммония и органические азотистые соединения – аминокислоты и

белки. Изменения содержания этих веществ в виноматериалах может быть обусловлено сортом винограда, климатическими условиями, типом и составом почвы, обработкой пестицидами, микробной инфекцией, зрелостью винограда при сборе урожая. Кроме того, азотистые вещества винограда и дрожжей прямо или косвенно участвуют в образовании аромата, вкуса, цвета вин, определяют их способность к помутнениям, качество и стабильность [5, 6].

Республика Дагестан представляет собой уникальную провинцию России, обладающую многообразием природных ландшафтов. В регионе имеются все условия для выращивания винограда технических сортов, в том числе и сорта Каберне-Совиньон, из которого готовят марочные красные столовые вина [7, 8]. Характерной чертой этой территории является обилие тепла, мягкий климат и непродолжительные теплые зимы.

В связи с этим представляет интерес исследование влияния природно-климатических условий на содержание азотистых веществ в красных столовых винах из винограда сорта Каберне-Совиньон урожая 2017-2018 гг., произрастающего на территории Дербентского района Республики Дагестан.

Объекты и методы исследований. Объектами исследования служили виноматериалы из винограда сорта Каберне-Совиньон, произрастающего в разных природно-климатических условиях (урожай 2017-2018 гг.) на территории Дербентского района. Виноградники расположены в поселке Геджух в 20 км к северо-западу от Дербента и ограничены с юга-запада хребтом предгорий, с востока – Каспийским морем (42°07'29"с.ш. 48°03'44"в.д.).

Климатические среднемесячные условия на виноградниках в августе 2017 г.: температура воздуха выше 28,8 °С, относительная влажность воздуха 59 %, сумма солнечного сияния 283,6, сумма активных температур

861,8 °С, сумма осадков 0,3 мм, средняя скорость ветра 2,1 м/с. Условия 2018 г.: температура воздуха выше 25,3 °С, относительная влажность воздуха 62 %, сумма солнечного сияния 224,5, сумма активных температур 784,3 °С, сумма осадков 71,8 мм, средняя скорость ветра 2,3 м/с.

В момент созревания винограда была определена сахаристость сусла: 2017 г. – 22,5-23,0 г/100 см³; 2018 г. – 19,0-19,5 г/100 см³. Для сбраживания сусла использован штамм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* ВКПМ У-4270 из коллекции лаборатории биохимии и биотехнологии ПИБР ДФИЦ РАН (г. Махачкала) и Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов ФГУП ГосНИИГенетика (г. Москва). Штамм спирто- и сульфитоустойчивый, прошел производственные испытания, легко сбраживал виноградное сусло, не образовал недобродов, рекомендован для получения красных столовых вин [9, 10].

Виноматериалы готовили по классической технологии на ОАО «Дербентский завод игристых вин». Физико-химические, биохимические и органолептические показатели в опытных виноматериалах изучали по стандартным методам, применяемым в энохимии: массовую концентрацию аминного азота – методом Серенсена, ионов аммония – на приборе «Капель–105»; общего азота – по Кьельдалю, белка – по Лоури, активность протеиназ – по трансформации субстрата белка – альбумина [11-13]. Определение свободных аминокислот осуществляли методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель–103» с ультрафиолетовым детектором и длиной волны лампы – 254 нм [14].

Обсуждение результатов. Одним из показателей качества вина является спиртуозность. В виноматериалах образца 1, полученного из винограда в жарких условиях с умеренными осадками (2017 г.), выявлена высокая спиртуозность – 13,5 % об, что на 16,3 % выше по сравнению с образцом 2018 г. Повышенное содержание спирта придавало микробиологическую

стабильность виноматериалам, улучшало органолептические свойства, участвовало в сложении аромата вин. Массовая концентрация титруемых кислот находилась в пределах, требуемых ГОСТом (не менее 3,5 г/дм³); отмечена гармоничная кислотность в пределах 7,0 г/дм³.

Содержание всех фракций азотсодержащих соединений в вине в значительной степени зависит от природно-климатических условий, в которых выращивался виноград, а также от технологических режимов на производстве [15]. Согласно данным [6], на начальном этапе брожения виноматериалов концентрация азотистых соединений в среде уменьшается до 50-70 %, в период стационарной фазы развития дрожжей – увеличивается за счет перехода их из клеток. Результаты исследований показали, что в образце 1, полученном из винограда урожая 2017 г., штамм *S. cerevisiae* Y-4270 более энергично вовлекал азотистые соединения в процессы метаболизма и ферментативные реакции дрожжевых клеток.

Из таблицы 1 следует, что усваивание общего азота для образцов 1 и 2 составляло 99,9 и 81,1; белка – 97,8 и 77,0; аминного азота 82,0 и 78,3 %, соответственно. При этом содержание аммония, как продукта деструкции аминокислот, пептидов и других азотистых веществ в виноградном сусле, и усваивание его в процессе ферментации было выше на 10,3 % и 54,4 % по сравнению с образцом 2.

Таблица 1 – Массовая концентрация азотистых соединений в зависимости от климатического фактора

Азотистые вещества	Наименование образцов			
	Образец 1 (2017 г.)		Образец 2 (2018 г.)	
	виноградное сусло	виноматериал	виноградное сусло	виноматериал
	массовая концентрация, мг/дм ³			
Общий азот	987,0	146,0	975,0	184,0
Белок	45,1	8,5	43,4	10,1
Аммоний	6,8	3,1	6,1	3,2
Аминный азот	228,0	41,0	217,0	47,0

Микробные протеазы могут быть альтернативой или дополнением при использовании в биотехнологии вина бентонита для удаления нежелательных винных белков. Так, во время ферментации, выделяемая дрожжами протеаза (КФ 3.4.21.64) ускоряет процесс автолиза и обеспечивает активный гидролиз азотистых соединений, в том числе аминокислот как одних из предшественников аромата вина.

Большинство штаммов рода *Saccharomyces* не проявляют внеклеточной протеазной активности [16]. Селекционированный нами штамм *S. cerevisiae* Y-4270 [9] обнаружил активность протеаз в процессе брожения на 3-4 сутки в образце 1 (138 усл. ед) и на 4-5 сутки в образце 2 (127 усл. ед), когда дрожжевые клетки переходили в стадию активного физиологического состояния (рис.).

Можно полагать, что на активность протеаз при идентичных условиях ферментации (сорт винограда, рН среды, температура брожения, штамм) оказало влияние качество виноматериалов, полученных из винограда, выращенного в различных климатических условиях 2017-2018 гг. Соответственно, завершение экспоненциальной стадии развития дрожжей достигло максимума с разницей в сутки.

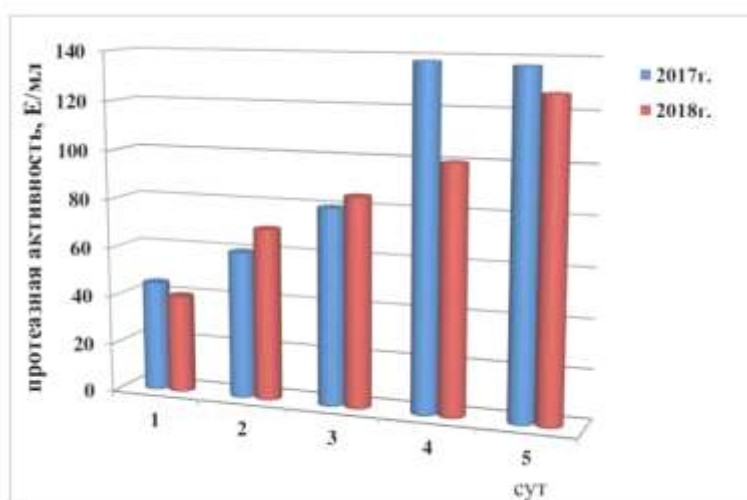


Рис. Изменение активности протеаз в процессе брожения виноматериалов при использовании штамма *S. cerevisiae* Y-4270 и винограда Каберне-Совиньон, выращенного в условиях различных климатических факторов 2017 и 2018 гг.

Изменение экологических факторов, даже в пределах ограниченного региона, вызывают существенные изменения состава аминокислотного пула виноградного растения и вина. В опытных виноматериалах урожая 2017-2018 гг. аминокислотный профиль идентичен, обнаружено по 15 аминокислот (табл. 2).

Повышенная втрое массовая концентрация заменимых аминокислот была зафиксирована в образце 1. Отмечено высокое накопление их в виноматериалах 2017 года – пролин, α -аланин; глицин, аргинин и 2018 года – пролин, серин, глицин. В процессе сбраживания дрожжи активно ассимилировали большинство аминокислот, не затрагивая пролин. Пролин занимал преимущественное положение в суммарном пуле аминокислот – до 96,6-90,9 % в образцах 1 и 2, соответственно.

Таблица 2 – Влияние природно-климатических условий на аминокислотный состав красных столовых вин из винограда сорта Каберне-Совиньон с использованием штамма *S. cerevisiae* Y-4270

Аминокислоты, мг/дм ³	Образец 1 (2017 г.)	Образец 2 (2018 г.)
<i>Заменимые</i>		
аргинин	10,90	4,90
тирозин	2,60	0,60
пролин	4782,00	1521,00
серин	10,30	44,0
глицин	12,40	18,70
α -аланин	20,10	15,70
сумма:	4838,30	1604,90
<i>Незаменимые</i>		
β -фенилаланин	0,31	1,10
треонин	18,70	35,0
триптофан	4,18	1,94
метионин	10,10	0,80
лизин	9,38	7,87
лейцин	4,60	5,5
изолейцин	4,56	2,95
гистидин	7,35	5,02
валин	5,50	7,70
сумма:	114,38	67,88
Итого:	4952,68	1672,78

Значительное увеличение концентрации пролина в растениях наблюдается, как правило, при засолении, засухе, УФ-облучении, действии тяжелых металлов и других абиотических факторах окружающей среды [17, 18]. Это объясняет втрое повышенное содержание пролина в вине из винограда в более жаркий 2017 год. Значительная его концентрация повлияла на органолептическую оценку образца 1, несколько ухудшая вкус вина, что подтверждено сниженным дегустационным баллом по сравнению со вторым образцом (табл. 3). Следует заметить, что наибольшее количество пролина в организме человека находится в белке соединительной ткани – коллагене, поэтому аминокислота показана при лечении суставов и ослабленном иммунитете.

Таблица 3 – Дегустационная оценка опытных образцов вин

Наименование образца	Описание	Дегустационный балл
Образец 1 (урожай 2017 г.)	Прозрачная жидкость, без осадка и посторонних включений; цвет рубиновый с гранатовым оттенком; аромат сложный, ягодный, с оттенками пряностей и шоколада; вкус полный, умеренно свежий, с танинным послевкусием	8,2
Образец 2 (урожай 2018 г.)	Прозрачная жидкость, без осадка и посторонних включений; цвет темно-рубиновый; аромат яркий, ягодный, с оттенками смородины; вкус полный, свежий с длительным ягодным послевкусием	8,4

Наличие незаменимых аминокислот в винограде, как и в вине – один из показателей их биологической ценности. Выявлено, что содержание незаменимых аминокислот в образце 1 почти вдвое выше, чем в образце 2 (см. табл. 2). Незаменимые аминокислоты представлены ароматическими (триптофан, β-фенилаланин), алифатическими (лизин, лейцин, изолейцин, валин), содержащими серу (метионин) и гидроксильную группу (треонин). Более высокое накопление незаменимых аминокислот в образце 1 приходилось на триптофан, метионин, изолейцин. Так, триптофан является фактором роста, поддерживает азотистое равновесие в организме, необходим для синтеза ни-

котиновой кислоты. Метионин является прекурсором нейромедиатора серотонина, ниацина (витамина В3), холина (витамина В4), фолиевой кислоты (В9), влияет на обмен жиров и фосфолипидов. Изолейцин входит в состав всех белков организма.

Образец 2 отличается максимальным накоплением β -фенилаланина и треонина. Фенилаланин связан с функцией щитовидной железы и надпочечников. Треонин необходим для биосинтеза в организме аминокислот, отвечающих за производство коллагена и мышечной ткани, для улучшения состояния сердечно-сосудистой и центральной нервной системы, обезвреживания токсинов и др.

Как известно, аминокислоты имеют первостепенное значение не только во время ферментации из-за метаболической доступности для дрожжей, но и в качестве предшественников летучих ароматических соединений в винах [19, 20]. Это аминокислоты с разветвленной цепью (валин, лейцин и изолейцин), ароматические аминокислоты (фенилаланин, тирозин и триптофан), α -аланин. Следует отметить, что роль аминокислот более важна, чем роль летучих соединений в восприятии вкусовых и ароматических характеристик. Кроме того, более 82 % сенсорных характеристик вин приходится на рассматриваемые в статье аминокислоты – пролин, треонин, аргинин и летучие соединения – метанол, уксусная кислота, фурфурол, менее 18 % – на все остальные компоненты, включая титрованные кислоты, минеральные компоненты, фенолы и др. [21, 22].

Обычно для сорта Каберне-Совиньон характерно небольшое содержание таких ароматических аминокислот, как тирозин, β -фенилаланин, триптофан. В то же время, наряду с указанными аминокислотами валин, лейцин, изолейцин, треонин, метионин и лизин представляют важную биохимическую составляющую винограда и вина [23]. Кроме того, данный сорт винограда выделяется содержанием серосодержащих аминокислот, и соответственно, вино из винограда Каберне-Совиньон наиболее склонно к форми-

рованию сероводородного тона. Оптимальное содержание метионина и серина оказало положительное влияние на аромат вина; причем суммарное количество их в образце 2 вдвое превышает показатели 2017 года.

В целом, результаты исследования обнаружили заметную тенденцию значительного накопления суммарных концентраций аминокислот в виноматериалах 2017 года, что может быть обусловлено более высокой температурой воздуха, суммой солнечного сияния и активных температур.

Нельзя не учитывать, что уровень общего содержания аминокислот в виноматериалах образца 1 обусловлен также более сахаристым виноградом, выращенным на теплообеспеченной суглинистой почве. Напротив, почти втрое меньшее содержание аминокислот в виноматериалах 2018 года является следствием интенсивного водного стресса, вызванного высокой влажностью и суммой осадков, что подтверждается литературными данными [5, 21].

Большее количество солнечных дней и продолжительный период вегетации в 2017 году привели к созданию вин, обладающих большей и насыщенным вкусом. Как правило, в этих условиях в виноматериале наблюдались шоколадные ноты. Виноград имел толстую кожицу, разрушение которой в процессе ферментации приводило к большому количеству танинов (см. табл. 3) во вкусе. Перечисленные климатические показатели 2018 года хуже, чем в 2017 году, кроме того, отмечено значительное количество осадков. Соответственно, виноматериал в 2018 году имел хрустящую кислотность, более легкое тело с нюансами свежести и, как правило, фруктовые ароматы смородины, без травяных нот и сухих танинов.

Выводы. Воздействие климатических условий на азотсодержащие соединения вин обнаружило, что качественные характеристики вин коррелировали главным образом с интенсивностью солнечного сияния, суммой активных температур и суммой осадков на виноградниках. Выявлено, что сочетание суглинистой почвы и сумма активных температур микрозоны юга

Дагестана, где выращивался виноград в 2017-2018 гг., способствовали накоплению в ягодах азотистых соединений и ряда аминокислот, которые повлияли в дальнейшем на их состав в опытных винах.

Определено наибольшее количество протеаз в дрожжевой биомассе *S. cerevisiae* ВКПМ Y-4270 в процессе ферментации при получения вина в 2017 году. Совокупность особенностей климата и почвы, сортовых свойств винограда Каберне-Совиньон, биохимического потенциала селекционного штамма дрожжей Y-4270 определили качество полученных вин из винограда урожая 2017-2018 гг. Столовые красные вина получили высокую дегустационную оценку и соответствовали требованиям ГОСТа 32030-2013. Отмечены неповторимые органолептические показатели опытных вин урожая 2017-2018 гг.

Литература

1. Van Leeuwen C. Dubourdieu D. Influence of climate, soil, and cultivar on Terroir // American Journal of Enology and Viticulture. 2004. Vol. 55. № 3. P. 207-217.
2. Van Leeuwen C., Darriet P. The Impact of Climate Change on Viticulture and Wine Quality // Journal of Wine Economics. 2016. Vol. 11, № 1. P. 150–167 doi:10.1017/jwe.2015.21.
3. Ordua R.M. Climate change associated effects on grape and wine quality and production // Food Research International. 2010. Vol. 43, № 7. P. 1844-1855. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.05.001>
4. Mozell M.R., Thach E.. The impact of climate change on the global wine industry: Challenges & solutions // Wine Economics and Policy. 2014. Vol. 3, № 2. P. 81-89. <https://doi.org/10.1016/j.wep.2014.08.001>.
5. Morata A. Red Wine Technology. 2019. Publisher:Academic Press. 468 p. doi: <https://doi.org/10.1016/C2017-0-01326-5>. ISBN 978-0-12-814399-5.
6. Bell S.J., Henschke P.A. Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine // Australian journal of grape and wine research. 2005. Vol. 11, P. 242–295.
7. Ароматообразующие вещества в красных столовых винах при использовании штамма *Saccharomyces cerevisiae* Y-4270 / С.Ц. Котенко [и др.] // Пищевая промышленность. 2018. № 9. С. 38-41.
8. Влияние условий выращивания на биологическую ценность красных столовых вин (Дагестан) / С.Ц. Котенко [и др.] // Виноделие и виноградарство. 2020. № 2. С. 24-29.
9. Штамм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* для производства красных столовых вин: патент РФ № 2636024 / 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.
10. Новый штамм для производства красных столовых вин / С.Ц. Котенко [и др.] // Виноделие и виноградарство. 2017. № 4. С. 18-21.
11. Методы технокимического контроля в виноделии / Под ред. В.Г. Гержиковой.

2-е изд. Симферополь: Таврида, 2009. 304 с.

12. Методы технокимического и микробиологического контроля в виноделии. М.: Пищ. пром-сть, 1980. 49 с.

13. Гугучкина Т.И., Агеева Н.М., Якуба Ю.Ф. Применение приборов капиллярного электрофореза «Капель-103» для исследований винодельческой продукции // Пищевые продукты XXI века: тезисы докл. юбил. межд. науч-практ. конф. Т. 1.. М., 2001. С. 269-270.

14. Moore S., Spackman D.H., Stein W.H. Chromatography of amino acids on sulfonated polystyrene resins. An improved system // Anal. Chem. 1958. Vol, 30, №. 7. P. 1185-1190.

15. Armijo B.G., Espinoza C., Loyola R., Restovic F., Santibáñez C., Schlechter R., Agurto M., Arce-Johnson P. Grapevine Biotechnology: Molecular Approaches Underlying Abiotic and Biotic Stress Responses. 2016. P. 1532. Part of the book: Grape and Wine Biotechnology. Edited by Morata A., Loira I. doi: 10.5772/61694. ISBN: 978-953-51-2693-5.

16. Dizzy M., Bisson L.F. Proteolytic activity of yeast strains during grape juice fermentation // American Journal of Enology and Viticulture 2000. Vol. 51, P. 155–167. doi: 10.1007/s10482-015-0578-0.

17. Harald C., Kiro M. Enzymes for Wine Fermentation: Current and Perspective Applications // Fermentation. 2018. Vol. 4 (3), P. 52. <https://doi.org/10.3390/fermentation4030052>.

18. Пролин и функционирование антиоксидантной системы растений и культивируемых клеток *Thellungiella salsuginea* при окислительном стрессе / Т.Н. Сошинкова [и др.] // Физиология растений. 2013. Т. 60, № 1. С. 47-60.

19. Ju Y.I., Xu G.Q, Yue X.F., Zhao X.F, Tu T.Y., Zhang J.X., Fang Y.L. Effects of Regulated Deficit Irrigation on Amino Acid Profiles and Their Derived Volatile Compounds in Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) Grapes and Wines // Molecules. 2018. Vol. 23 (8). doi.org/10.3390/molecules23081983.

20. Mirás-Avalos J.M., Bouzas-Cid Y., Trigo-Córdoba E., Orriol I.s, Falqué E. Amino Acid Profiles to Differentiate White Wines from Three Autochthonous Galician Varieties // Foods. 2020. Vol. 9. P. 114. doi:10.3390/foods9020114.

21. Martínez-Pinilla O., Guadalupe Z., Hernández 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. 887–895.

22 Zhu B.F., Du B., Li J. Aroma Compounds in Wine. 2016. P. 1459-2070 Part of the book: Grape and Wine Biotechnology. Edited by Morata A., Loira I. doi: 10.5772/65102. <https://www.intechopen.com/books/grape-and-wine-biotechnology/aroma-compounds-in-wine>.

References

1. Van Leeuwen C. Dubourdieu D. Influence of climate, soil, and cultivar on Terroir // American Journal of Enology and Viticulture. 2004. Vol. 55. № 3. P. 207-217.

2. Van Leeuwen S., Darriet P. The Impact of Climate Change on Viticulture and Wine Quality // Journal of Wine Economics. 2016. Vol. 11, № 1. P. 150–167 doi:10.1017/jwe.2015.21.

3. Ordua R.M. Climate change associated effects on grape and wine quality and production // Food Research International. 2010. Vol. 43, № 7. P. 1844-1855. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.05.001>

4. Mozell M.R., Thach E.. The impact of climate change on the global wine industry: Challenges & solutions // Wine Economics and Policy. 2014. Vol. 3, № 2. P. 81-89. <https://doi.org/10.1016/j.wep.2014.08.001>.

5. Morata A. Red Wine Technology. 2019. Publisher:Academic Press. 468 p. doi:

<https://doi.org/10.1016/C2017-0-01326-5>. ISBN 978-0-12-814399-5.

6. Bell S.J., Henschke P.A. Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine // *Australian journal of grape and wine research*. 2005. Vol. 11, P. 242–295.

7. Aromatoobrazuyushchie veshchestva v krasnyh stolovyh vinah pri ispol'zovanii shtamma *Saccharomyces cerevisiae* Y-4270 / S.C. Kotenko [i dr.] // *Pishchevaya promyshlennost'*. 2018. № 9. S. 38-41.

8. Vliyanie usloviy vyrashchivaniya na biologicheskuyu cennost' krasnyh stolovyh vin (Dagestan) / S.C. Kotenko [i dr.] // *Vinodelie i vinogradarstvo*. 2020. № 2. S. 24-29.

9. Shtamm drozhzhej *Saccharomyces cerevisiae* dlya proizvodstva krasnyh stolovyh vin: patent RF № 2636024 / 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.

10. Novyj shtamm dlya proizvodstva krasnyh stolovyh vin / S.C. Kotenko [i dr.] // *Vinodelie i vinogradarstvo*. 2017. № 4. S. 18-21.

11. Metody tekhnohimicheskogo kontrolya v vinodelii / Pod red. V.G. Gerzhikovej. 2-e izd. Simferopol': Tavrida, 2009. 304 s.

12. Metody tekhnohimicheskogo i mikrobiologicheskogo kontrolya v vinodelii. M.: Pishch. prom-st', 1980. 49 s.

13. Guguchkina T.I., Ageeva N.M., Yakuba Yu.F. Primenenie priborov kapillyarnogo elektroforeza «Kapel'-103» dlya issledovaniy vinodel'cheskoj produkcii // *Pishchevye produkty HHI veka: tezisy dokl. yubil. mezhd. nauch-prakt. konf. T. 1. M., 2001. S. 269-270.*

14. Moore S., Spackman D.H., Stein W.H. Chromatography of amino acids on sulfonated polystyrene resins. An improved system // *Anal. Chem.* 1958. Vol, 30, №. 7. P. 1185-1190.

15. Armijo B.G., Espinoza C., Loyola R., Restovic F., Santibáñez C., Schlechter R., Agurto M., Arce-Johnson P. Grapevine Biotechnology: Molecular Approaches Underlying Abiotic and Biotic Stress Responses. 2016. P. 1532. Part of the book: *Grape and Wine Biotechnology*. Edited by Mora-ta A., Loira I. doi: 10.5772/61694. ISBN: 978-953-51-2693-5.

16. Dizzy M., Bisson L.F. Proteolytic activity of yeast strains during grape juice fermentation // *American Journal of Enology and Viticulture* 2000. Vol. 51, P. 155–167. doi: 10.1007/s10482-015-0578-0.

17. Harald C., Kiro M. Enzymes for Wine Fermentation: Current and Perspective Applications // *Fermentation*. 2018. Vol. 4 (3), P. 52. <https://doi.org/10.3390/fermentation4030052>.

18. Soshinkova T.N., Radyukina N.L., Korol'kova D.V., Nosov A.V. Prolin i funkcionirovanie antioksidantnoj sistemy rastenij i kultiviruemyh kletok *Thellungiella salsuginea* pri okislitel'nom stresse // *Fiziologiya rastenij*. 2013. T. 60, № 1. S. 47-60.

19. Ju Y.I., Xu G.Q., Yue X.F., Zhao X.F., Tu T.Y., Zhang J.X., Fang Y.L. Effects of Regulated Deficit Irrigation on Amino Acid Profiles and Their Derived Volatile Compounds in Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) Grapes and Wines // *Molecules*. 2018. Vol. 23 (8). doi.org/10.3390/molecules23081983.

20. Mirás-Avalos J.M., Bouzas-Cid Y., Trigo-Córdoba E., Orriol I.s, Falqué E. Amino Acid Profiles to Differentiate White Wines from Three Autochthonous Galician Varieties // *Foods*. 2020. Vol. 9. P. 114. doi:10.3390/foods9020114.

21. Martínez-Pinilla O., Guadalupe Z., Hernández 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. 887–895.

22. Zhu B.F., Du B., Li J. Aroma Compounds in Wine. 2016. R. 1459-2070 Part of the book: *Grape and Wine Biotechnology*. Edited by Morata A., Loira I. doi: 10.5772/65102. <https://www.intechopen.com/books/grape-and-wine-biotechnology/aroma-compounds-in-wine>.