

Оригинальная статья / Original article

УДК 663.257.9

DOI: <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2020-10-2-251-260>

Влияние ферментных препаратов на ароматобразующие компоненты красных столовых вин

© Н.М. Агеева, А.Н. Тихонова, А.П. Бирюков

Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия,
г. Краснодар, Российская Федерация

Резюме: Целью настоящей работы являлась оценка влияния ферментных препаратов, применяемых в виноделии, на концентрацию ароматобразующих компонентов. Установлено, что применение таких ферментных препаратов, как тренолин руж, тренолин рот, лаффаза 60, лаффазим экстракт и экстразим терруар, вызывает изменение концентраций альдегидов, эфиров, высших спиртов, кетонов, кислот, терпеновых соединений в сравнении с контрольным вариантом вина, произведенным по классической технологии. Наибольшее количество ацетальдегида и кетонов выявлено в вариантах столовых вин, полученных с применением ферментных препаратов лаффазим экстракт, лаффаза 60 и экстразим терруар. Внесение в виноградную мезгу ферментных препаратов способствовало расщеплению комплекса норизопреноидов с углеводами с высвобождением иона и проявлению в аромате и вкусе вина тонов фиалки и даже розы (лаффаза 60, экстразим терруар, лаффазим экстракт). В исследуемых образцах Каберне-Совиньон выявлено наличие различных терпеновых соединений, обуславливающих формирование в вине различных цветочных (сирени, липы, акации, жасмина) и цитрусовых оттенков. Применение ферментных препаратов, прежде всего лаффазы, экстразима терруар, привело к увеличению массовой концентрации терпеновых соединений в сравнении с традиционной технологией, особенно линолола, гераниола, нерола, лимонена, α -терпинолена и 3-окси- β -дамаскона. Массовая концентрация высших спиртов не претерпевала существенных изменений, а метанола – снижалась. Отмечено заметное увеличение концентрации β -фенилэтанола, фенолокислот (особенно галловой и ванилиновой), а также этиловых эфиров капроновой, каприловой, миристиновой, линолевой, стеариновой, пеларгоновой кислот. Ферментные препараты, особенно лаффазим экстракт, лаффаза 60 и экстразим терруар, рекомендованы в технологии производства красных столовых вин с целью улучшения их аромата.

Ключевые слова: красное столовое вино, ферментные препараты, ароматобразующие компоненты

Информация о статье: Дата поступления 18 января 2020 г.; дата принятия к печати 29 мая 2020 г.; дата онлайн-размещения 30 июня 2020 г.

Для цитирования: Агеева Н.М., Тихонова А.Н., Бирюков А.П. Влияние ферментных препаратов на ароматобразующие компоненты красных столовых вин. *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. 2020. Т. 10. N 2. С. 251–260. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2020-10-2-251-260>

Effect of enzyme preparations on the aroma-forming components of red table wines

Natalia M. Ageeva, Anastasia N. Tichonova, Aleksandr P. Biryukov

North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making,
Krasnodar, Russian Federation

Abstract: The present study was focused at the effect of enzyme preparations applied in winemaking on the concentration of aroma-forming components. In this study, the application of enzyme preparations – including trenolin rouge, trenolin rote, laffasa 60, lafazyme extract and extrazyme terroir – was shown to cause a change in the concentration of aldehydes, esters, higher alcohols, ketones, acids and terpene compounds in

comparison with a control sample of wine produced by classic technology. The greatest amount of acetaldehyde and ketones was detected in table wines produced using enzyme preparations of lafazyme extract, laffasa 60 and extrazyme terroir. The introduction of enzyme preparations into the grape pulp contributed to the decomposition of the norisoprenoid and carbohydrate complex with the release of ionone and the appearance of violet and rose tones in the aroma and taste of wine (laffasa 60, extrazyme terroir, lafazyme extract). In the studied Cabernet-Sauvignon samples, the presence of various terpene compounds causing the formation of various flower (lilac, linden, acacia, jasmine) and citrus shades in wine was demonstrated. The application of enzyme preparations – in particular, laffasa and extrazyme terroir – resulted in an increase in the mass concentration of terpene compounds in comparison with the traditional technology, especially for linalool, geraniol, nerol, limonene, α -terpinolene and 3-hydroxy- β -damascone. No significant changes were observed in the mass concentration of higher alcohols against the background of decreased methanol concentration. A marked increase in the concentration of β -phenylethanol, phenolic acids (especially gallic and vanillic), as well as ethyl esters of caproic, caprylic, myristic, linoleic, stearic and pelargonic acids, was noted. Therefore, enzyme preparations – especially lafazyme extract, laffasa 60 and extrazyme terroir – are recommended in the production technology of red table wines in order to improve their aroma.

Keywords: red table wine, enzyme preparations, aroma-forming components

Information about the article: Received January 18, 2020; accepted for publication May 29, 2020; available online June 30, 2020.

For citation: Ageeva NM, Tichonova AN, Biryukov AP. Effect of enzyme preparations on the aroma-forming components of red table wines. *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya* = Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology. 2020;10(2):251–260. (In Russian) <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2020-10-2-251-260>

ВВЕДЕНИЕ

Производство виноградного вина – сложный биохимический и биотехнологический процесс, заключающийся в преобразовании сахаров до этилового спирта с помощью различных ферментных систем винных дрожжей. При этом в качестве вторичных продуктов образуется большое количество органических соединений, обуславливающих формирование качества вина, в том числе его аромат. На протяжении всего технологического процесса производства вина с различной целью используются ферментные препараты, позволяющие интенсифицировать процесс отделения сусла от виноградной ягоды, улучшить качество осветления сусла, ускорить сбраживание сахаров, гидролизовать сложные высокомолекулярные соединения, нарушающие товарный вид вина при его хранении [1, 2]. Для этого применяются промышленные партии пектпро-теолитических ферментных препаратов преимущественно импортного производства. Изучению их гидролитической функции относительно белков, их комплексных соединений с полифенолами и полисахаридами посвящено большое количество публикаций отечественных и зарубежных ученых [3; 4; 5, с. 495–523; 6]. Однако исследованию влияния ферментных препаратов на состав ароматобразующих компонентов вина не уделялось достаточного внимания. Между тем многие промышленные ферментные препараты имеют побочную ферментативную активность – действие β -глюкозидазы. Этот фермент разрывает связь между ароматическими молекулами и сахарами, которые связывают их в комплексы, не об-

ладающие ароматом. Поэтому многие специалисты отрасли считают, что применение ферментных препаратов приводит к нарушению органолептических достоинств обрабатываемых напитков. В связи с этим исследование влияния ферментных препаратов на изменение ароматобразующих компонентов вина имеет научное и практическое значение.

Целью работы являлось исследование влияния промышленных ферментных препаратов на накопление ароматобразующих компонентов в красных столовых винах.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Для получения красного столового вина в мезгу (сусло с твердыми элементами виноградной ягоды – косточки, мякоть) красного винограда сорта Каберне-Совиньон вносили пектолитические ферментные препараты (получены из *Aspergillus niger*) высокой степени очистки (2 г/100 кг мезги): тренолин руж и тренолин рот (оба производства Ербсле Гайзенхайм, Германия), лафазим экстракт (Laffort senologie, Франция), экстразим терруар (Институт энологии Шампани, Франция) и лаффаза 60 (Лафпорт, Франция). В состав препаратов кроме пектиназ входили также протеиназы, пектин-трансэлиминаза, полигалактуроназа, пектинэстераза, гемицеллюлаза. Ферментирование мезги проводили в течение 4 ч при температуре 14–16 °С, после чего в мезгу вносили дрожжи рода *Saccharomyces cerevisiae*, раса ИОС Терруар (Институт энологии Шампани, Франция) в количестве 2 г/100 кг мезги. Брожение проводили при температуре 24–26 °С до полного выбраживания сахаров, после чего

виноматериал отделяли от мезги прессованием и анализировали состав и концентрации ароматобразующих компонентов методом газожидкостной хроматографии (хроматограф Agilent Technologies 6890 Network с пламенно-ионизационным и масселективным детектором). Для разделения использовали хроматографическую кварцевую колонку Zorbax SB-18 длиной 50 м, внутренним диаметром 0,32 мм, неподвижная фаза FFAP; температура термостата колонок – 50 °С, изотерма – 7 мин. Затем программирование температуры со скоростью 5 °С/мин до 140°С и выдержка до конца анализа; поток газа-носителя (азот) через колонку – 1,21 см³/мин; объем пробы – 1 мм³; расход водорода – 25 см³/мин; расход воздуха – 250 см³/мин; время анализа – 60 мин. Для ко-

личественных расчетов содержания компонентов в пробе применяли метод абсолютной калибровки.

Подготовку проб проводили путем экстракции образцов [7]. Вывод результатов и их обработка проведены с помощью компьютерных программ.

В качестве контроля использовали вино из того же сорта винограда, полученное в тех же условиях, но без применения ферментных препаратов.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализ полученных данных показал, что применение ферментных препаратов оказало существенное влияние на состав ароматобразующего комплекса вина (таблица).

Влияние ферментных препаратов на концентрацию ароматобразующих компонентов вина из сорта винограда Каберне-Совиньон

Effect of enzyme preparations on the concentration of aroma-forming components of wine from Cabernet Sauvignon

Наименование	Массовая концентрация ароматических компонентов, мг/дм ³ .					
	контроль	тренолин руж	тренолин рот	лафазим экстракт	экстразим терруар	лаффаза 60
Альдегиды						
ацетальдегид	45,23	41,81	43,56	47,32	48,04	51,76
каприновый	3,85	3,67	7,34	7,88	9,27	12,42
фурфурол	12,3	0,17	нет	нет	нет	нет
бензальдегид	0,034	нет	0,012	0,082	0,108	0,102
Кетоны						
ацетоин	3,45	2,12	3,25	2,95	2,83	2,75
ионон	0,045	0,073	0,165	0,258	0,306	0,312
диацетил	2,32	1,12	1,86	3,46	4,05	2,53
Ацетали:						
этилацеталь	1,39	0,56	1,38	1,48	1,50	1,47
гексаналь	0,024	0,065	0,23	0,18	0,26	0,22
нонаналь	0,021	0,034	0,042	0,031	0,038	0,053
Сложные эфиры						
этилформиат	0,35	0,28	0,51	0,44	0,55	0,44
этилацетат	41,5	36,8	40,1	34,2	39, 5	34,2
этилвалериат	0,05	нет	0,09	0,06	0,09	0,07
изоамилацетат	1,65	1,65	1,97	1,87	1,98	1,67
метилкаприлат	0,30	0,15	0,24	0,15	0,14	0,25
этиллактат	1,25	1,12	1,32	1,28	1,44	1,23
этилкапринат	1,12	0,64	2,34	1,87	2,56	1,77
этилкаприлат	0,67	0,58	2,31	3,68	3,34	2,88
этиллаурат	0,073	0,085	0,135	0,138	0,135	0,137
этилмиристат	0,012	нет	0,022	0,047	0,044	0,043
этиллиналоат	нет	нет	0,012	0,016	0,015	0,017
этилстеарат	нет	нет	0,007	0,012	0,023	0,015
этилпеларгонат	0,008	нет	0,010	0,018	0,022	0,023
этилфенилацетат	0,051	0,068	0,084	0,046	0,040	0,037
этилванилат	1,02	3,08	4,43	4,34	4,67	4,15
этилгексаноат	нет	0,004	0,008	0,006	0,006	0,008
диэтилмалат	1,25	2,34	3,00	1,67	1,85	1,74
триэтилцитрат	0,102	0,112	0,120	0,065	0,056	0,087
диэтилсукцинат	6,82	4,52	6,63	7,22	9,46	7,34

фенилацетат	0,24	0,18	0,28	0,21	0,32	0,31
фенилэтилкапронат	0,075	0,054	0,102	0,058	0,082	0,078
Метанол						
метанол	44,53	35,72	43,17	38,85	35,54	38,32
Высшие спирты						
1-пропанол	35,23	26,35	24,92	20,54	21,27	22,61
1-бутанол	0,74	0,57	0,63	0,52	0,45	0,56
1-амилол	0,42	0,36	0,39	0,37	0,35	0,35
1-гексанол	4,35	3,65	5,02	4,93	5,30	5,41
изобутанол	60,55	48,58	55,5	52,62	56,66	54,14
изоамиловый	232,5	225,8	198,5	182,8	175,7	178,4
2-метилокси-фенол (гваякол)	3,64	2,18	3,04	3,45	3,34	3,22
β-фенилэтанол	43,2	38,6	52,5	46,4	55,7	53,8
бензиловый	0,52	0,36	0,42	0,51	0,52	0,53
тирозол	6,26	6,35	7,58	11,43	8,67	8,38
Кислоты						
пропионовая	0,23	0,14	0,12	0,11	0,08	0,08
изомасляная	1,52	1,34	1,41	1,39	1,38	1,29
масляная	0,45	0,36	0,41	0,37	0,38	0,35
изовалериановая	1,42	1,26	1,45	1,35	1,35	1,27
валериановая	1,36	1,27	1,28	1,26	1,23	1,24
галловая	15,54	27,31	36,44	30,81	37,27	34,45
сиреневая	23,61	42,43	46,85	38,43	45,96	38,20
ванилиновая	4,82	12,6	18,42	24,21	19,65	18,74
оксикоричная	0,38	0,62	2,24	1,56	1,48	1,32
Терпеновые соединения						
линолоол	2,12	2,64	3,86	2,86	3,61	3,15
линалилацетат	0,010	0,008	0,012	0,007	0,010	0,008
гераниол	0,11	0,34	0,41	0,33	0,47	0,44
нерол	0,042	0,088	0,088	0,076	0,082	0,075
фарнезол	0,104	0,128	0,123	0,106	0,110	0,106
β-цитронелол	0,006	0,013	0,016	0,003	0,006	0,008
терпениол	0,16	0,34	0,42	0,23	0,28	0,25
лимонен	0,003	0,015	0,018	0,021	0,016	0,021
α-терпинолен	нет	0,006	0,008	0,011	0,017	0,015
3-окси-β-дамаскон	0,012	0,031	0,056	0,018	0,018	0,021

Альдегиды вина – это вторичные продукты спиртового брожения. Среди идентифицированных альдегидов превалировал ацетальдегид, участвующий в окислительных процессах при формировании и созревании вина. Согласно данным, представленным в работах [1; 8, с. 339; 9], с увеличением концентрации ацетальдегида ускоряется окисление антоцианов красных вин, что проявляется в снижении интенсивности их окраски. Анализ экспериментальных данных показал, что большее количество ацетальдегида выявлено в вариантах столовых вин, полученных с применением ферментных препаратов лафазим экстракт, лаффаза 60 и экстразим терруар. Возможно, это связано с присутствием небольших количеств оксидоредуктаз в промышленных партиях ферментных препаратов. Однако незначительное увеличение количества ацетальдегида в присутствии ферментных препаратов не оказало отрицательного влияния на органолептические характеристики вин.

Существенно различается концентрация капринового альдегида, участвующего в формировании разнообразных тонов в зависимости от его концентрации в вине – от citrusовых тонов до тонов каленого орешка. Применение ферментативного катализа, особенно препаратов лаффаза 60 и экстразим терруар, приводит к увеличению концентрации капринового альдегида в 2–3 раза в сравнении с контролем. Аналогично изменяется и количество бензальдегида, приносящего в вино оттенки горького миндаля.

Присутствие фурфурола (альдегида фуранового ряда) в виноградных столовых винах нежелательно, он придает напитку пригорелые тона. Основным источником фурфурола в вине – пентозы и гексозы. Между тем механизм его образования еще недостаточно изучен. Считается [10, 11], что контакт дрожжей с твердыми элементами виноградной ягоды при брожении мезги способствует накоплению в вине до 20–30 мг/дм³ фурфурола (контрольный вари-

ант). Применение ферментных препаратов обеспечило практически полное отсутствие фурфурола в экспериментальных образцах вин.

Следует отметить существенное увеличение концентрации иона в вариантах с ферментными препаратами. Известно [10, 12], что предшественниками иона являются норизопреноиды, которые обычно находятся в связанной гликозидной форме с одной или более молекулами углеводов, в том числе высокомолекулярных. Ферментных систем винных дрожжей достаточно лишь для частичного гидролиза этих связей, поэтому концентрация иона в контрольном варианте невелика, а фиалковый тон при дегустации не обнаруживается. Применение ферментных препаратов расщепляет указанные комплексы с высвобождением иона и проявлением в аромате и вкусе вина тонов фиалки и даже розы (лаффа-за 60, экстразим терруар, лафазим экстракт).

Образование и наличие в вине диацетила – побочного продукта синтеза валина и ацетона, связывают с жизнедеятельностью винных дрожжей [10, 13–15]. Под действием их ферментных систем происходит декарбоксилирование ацетомолочной кислоты с образованием диацетила. Механизм образования ацетоина по-прежнему остается неизученным. Проведенные исследования показали, что применение всех исследованных ферментных препаратов приводило к снижению концентрации ацетоина. Концентрация диацетила уменьшалась при внесении в мезгу препаратов серии тренолин. В остальных вариантах применение ферментных препаратов привело к увеличению количества диацетила, участвующего в образовании сливочных тонов в аромате вина и мягкости его вкуса.

В кислой среде вина ацетали образуются при взаимодействии этилового спирта с соответствующими альдегидами. Основным представителем группы ацеталей является этилацеталь, концентрация которого при внесении ферментов группы тренолин снижалась. Применение остальных ферментных препаратов приводило к увеличению концентрации этилацетала. Концентрация гексаналя и нонаня возрастала независимо от наименования ферментного препарата.

Предшественниками пряных тонов, в том числе паприки, душистого перца, специй, являются метоксипиразины – достаточно устойчивые с химической точки зрения вещества. Их разрушение с образованием указанных ароматов протекает под действием ферментов дрожжей, но наиболее активно – в случае применения ферментных препаратов, что приводит к увеличению концентрации компонентов, особенно эфиров и терпеновых соединений,

ответственных за формирование тонов специй, паприки, свежести, сухофруктов, масляно-цветочных оттенков.

В исследуемых образцах Каберне-Совиньон выявлено наличие различных терпеновых соединений, обуславливающих формирование в вине цветочных тонов (сирени, липы, акации, жасмина) и цитрусовых оттенков. Проведенные исследования показали, что при традиционном способе производства красного столового вина (контрольный вариант) идентифицированы те же терпеновые соединения, что и при использовании ферментативного катализа. Применение ферментных препаратов способствовало увеличению концентрации большинства эфиров, терпеновых спиртов. Возможно, это связано с активностью гемицеллюлоз и пектиназ, под действием которых протекают гидролитические процессы, приводящие к высвобождению и последующему гидролизу связанных монотерпенов и гликозидов с образованием перечисленных в таблице терпеновых соединений [1, 10, 13]. Установлено, что применение ферментных препаратов, прежде всего лаффаза, экстразима терруар, в целом привело к увеличению концентрации терпеновых соединений в сравнении с традиционной технологией, особенно линолола, гераниола, нерола, лимонена, α -тер-пинолона и 3-окси- β -дамаскона. Концентрация остальных терпеновых соединений не претерпевала существенных изменений. Одновременно наблюдалось некоторое снижение массовой концентрации высших спиртов, что связано с более высокой степенью гидролиза компонентов вина, ответственных за образование высших спиртов.

Следует отметить существенное варьирование концентрации β -фенилэтанола, создающего неповторимую гамму аромата красных столовых вин (нежные цветочные тона, в том числе розы, шиповника, цветущей яблони, липы и тона винограда). Он синтезируется дрожжами из β -фенилаланина при брожении виноградного сусла, хотя может образовываться и другими путями, в частности, в результате гидролиза ряда гликозидов и каротиноидов [15, 16]. Возможно, увеличение концентрации β -фенилэтанола, а вместе с ним и его эфиров в экспериментальных вариантах связано с гидролитической активностью ферментных препаратов, обеспечивающих гидролиз высокомолекулярных белков до аминокислоты фенилаланин – предшественника β -фенилэтанола.

Присутствие высших спиртов в красных столовых винах придает их вкусу и аромату многообразие оттенков – от свежести и травянистости до резкости и сивушных тонов. Кроме того, высшие спирты вступают в реакции с кислотами, образуя большое количество эфиров. Так, в присутствии алкоголь-ацетил-транс-

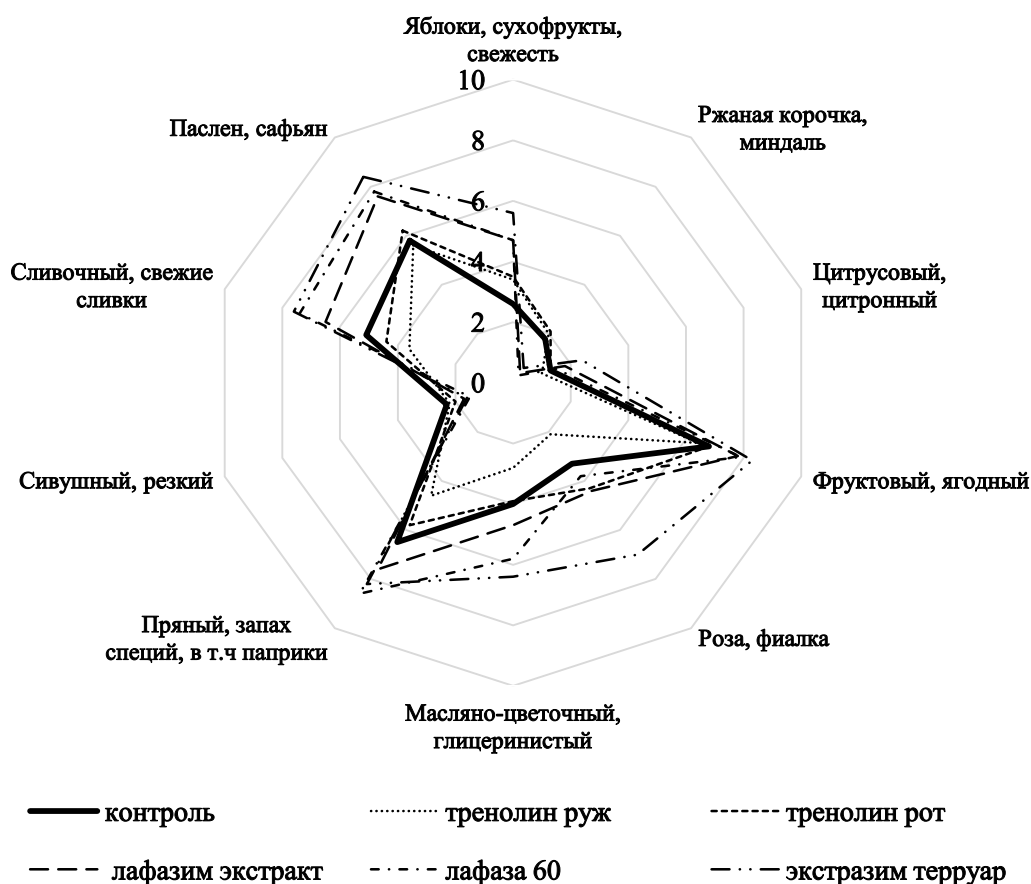
феразы из высших спиртов формируются эфиры, имеющие яркие фруктовые, плодовые, а также цветочные ароматы. Образование самих высших спиртов в вине связывают с переаминованием или синтезом аминокислот [10, 17–19]. Так, предшественниками изобутанола и изоамилового спирта являются валин и лейцин, пропанол из треонина. Участие пировиноградной кислоты в биосинтезе высших спиртов и аминокислот свидетельствует о неразрывной связи углеводного и азотистого обменов при брожении виноградного сусла. Имеются литературные данные, свидетельствующие о том, что повышение количества высших спиртов до 300–400 мг/дм³ нежелательно для красных столовых сухих вин: именно при этих концентрациях сивушный тон преобладает над другими ароматами [1, 7, 10].

Проведенные исследования показали, что ферментативный катализ не привел к существенному снижению концентрации высших спиртов. Однако в сравнении с контрольным вариантом отмечено увеличение концентрации гексанола, фенилэтанола и тирозола, а также небольшое уменьшение концентрации изо-

амилола, пропанола, бутанола и амилола.

Метанол спонтанно образуется в процессе энзиматических преобразований пектиновых веществ. В связи с этим можно было предположить увеличение концентрации метанола в экспериментальных вариантах. Однако, напротив, выявлено небольшое снижение его содержания. Это позволяет предположить, что примененные ферментные препараты способствуют глубокому гидролизу полисахаридов, включая пектины, до олиго- и моносахаров, превращения которых в вине не приводят к образованию метилового спирта [3, 9].

Ароматические феноло кислоты (галловая, ванилиновая, сиреневая, оксикоричная и др.) представляют особую группу простейших фенольных соединений, сочетающих свойства кислот и ароматических соединений [20–22]. Ароматические феноло кислоты, извлекаемые из твердых частей виноградной грозди, в том числе косточек, при брожении мезги придают красным винам своеобразный оттенок аромата – тона паслена, зеленых томатов, ягод ежевики, красной и черной смородины. Ферментативный катализ в сравнении с классической



Аромограмма красного столового виноматериала Каберне-Совиньон, приготовленного с применением различных ферментных препаратов

Aroma of red table wine material Cabernet Sauvignon
 cooked using various enzyme preparations

технологией способствовал активации гидролитических процессов твердых элементов и увеличению концентрации фенолокислот, в результате чего органолептическое ощущение ароматов при использовании ферментных препаратов увеличивается (см. рисунок).

Необходимо отметить существенное различие в концентрации эфиров, особенно высокомолекулярных жирных кислот, имеющих приятный фруктовый запах с оттенками различных фруктов и ягод. Обычно образование таких эфиров связывают с жизнедеятельностью дрожжей в период брожения и протекаемых реакций этерификации. При этом важную роль играют механизмы синтеза их кислотных предшественников, согласно которым прогрессивное удлинение ацильных производных (т.е. добавление к молекуле атомов углерода) происходит за счет конденсации молекул с ацетилкоферментом А. Согласно полученным данным, применение ферментативного катализа способствует заметному увеличению в виноматериале этиловых эфиров капроновой, каприловой, миристиновой, линолевой, стеариновой, пеларгоновой кислот. О важной роли эфиров этих кислот в сложении органолептической характеристики вина свидетельствует величина коэффициентов корреляции с дегу-

стационарной оценкой, варьирующая от 0,72 до 0,84.

Совокупным показателем оценки влияния ферментных препаратов на ароматобразующие компоненты вина является органолептическая характеристика, представленная в виде аромограммы (см. рисунок).

Анализ аромограммы наглядно свидетельствует о том, что применение ферментативного катализа (за исключением препарата тренолин руж) приводит к усилению проявления ароматов, наиболее характерных для вина из сорта винограда Каберне-Совиньон: пасленового, фруктового,пряного, тонов молочных сливок и сафьяна, обусловленных не только совокупным влиянием всех исследованных ароматобразующих компонентов, но и отдельными веществами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать вывод о целесообразности применения ферментных препаратов, особенно лафазим экстракт, лаффаз 60 и экстразим терруар, в производстве красных столовых вин с целью обеспечения их типичного аромата за счет увеличения концентрации ароматобразующих компонентов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Валушко Г.Г. Стабилизация виноградных вин. Симферополь: Таврида. 2002. 208 с.
2. Wang X.-J., Bai J.-G., Liang Y.-X. Optimization of multienzyme production by two mixed strains in solid-state fermentation // *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2006. Vol. 73. Issue 3. P. 533–540. <https://doi.org/10.1007/s00253-006-0496-1>
3. Агеева Н.М., Аванесьянц Р.В. Влияние ферментных препаратов на биополимеры вина / *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2017. N 46 (04). С. 129–140.
4. Berger R.G. *Flavours and Fragrances. Chemistry, Bioprocessing and Sustainability*. Berlin: Springer. 2006. 648 p.
5. Wjffels R.H., Buitelaar R.M., Bucke C., Tramper J. (eds.). *Progress in Biotechnology*. Vol. 11. *Immobilized cells: basics and applications*. Elsevier Science, 1996. 842 p.
6. Francis I.L., Newton J.L. Determining wine aroma from compositional data // *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2005. Vol. 11. Issue 2. P. 114–126. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2005.tb00283.x>
7. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Пробей-голова П.А., Виноградов Б.А. Сравнительный анализ ароматобразующего комплекса красных сортов винограда // *Виноградарство и виноделие*. 2011. Т. 41. N 1. С. 77–80.
8. Clarke R.J., Bakker J. *Wine Flavour Chemistry*. Blackwell Publishing, 2012. 339 p.
9. Peinado R.A., Mauricio J.C. Biologically Aged Wines. In: Moreno-Arribas M.V., Polo M.C. (edc.). *Wine chemistry and biochemistry*. Springer Science+Business Media. LLC. 2009. Chapter 3B. P. 81–101. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-74118-5>
10. Родопуло А.К. Ароматобразующие вещества винограда // *Прикладная биохимия и микробиология*. 1990. Т. 26. N 5. С. 579–590.
11. Noguerol-Pato R., González-Álvarez M., González-Barreiro C., Cancho-Grande B., Simal-Gándara J. Aroma profile of Garnacha Tintorera-based sweet wines by chromatographic and sensorial analyses // *Food Chemistry*. 2012. Vol. 134. Issue 4. P. 2313–2325. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.105>
12. Nedelkovski D., Dimitrov D., Beleski K., Milanov G., Korunovska B., Trajanovska F., et al. Aroma compounds in wines from Macedonian autochthonous variety Stanusina // *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*. 2017. Vol. 20. No. 3. P. 128–138.
13. Пескова И.В., Луткова Н.Ю., Остроухова Е.В. Влияние рас дрожжей на формирование ароматобразующего комплекса столовых виноматериалов из винограда сорта Мускат белый // *Магарач. Виноградарство и виноделие*. 2016. N 3. С. 21–24.
14. Moreno-Arriba M.V., Polo M.C. *Winema-*

king biochemistry and microbiology: current knowledge and future trends // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2005. Vol. 45. Issue 4. P. 265–286. <https://doi.org/10.1080/10408690478118>

15. Bartowsky E.J., Henschke P.A. The “buttery” attribute of wine diacetyl – desirability, spoilage and beyond // *International Journal of Food Microbiology*. 2004. Vol. 96. Issue 3. P. 235–252. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.05.013>

16. De La Fuente-Blanco A., Sáenz-Navajas M.P., Ferreira V. On the effects of higher alcohols on red wine aroma // *Food Chemistry*. 2016. Vol. 210. P. 107–114. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.021>

17. Ciani M., Maccarelli F. Oenological properties of non-*Saccharomyces* yeasts associated with wine-making // *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 1998. Vol. 14. P. 199–203. <https://doi.org/10.1023/A:1008825928354>

18. Cortés-Diéguez S., Rodríguez-Solana R., Domínguez J.M., Díaz E. Impact odorants and sensory profile of young red wines from four Galician (NW of Spain) traditional cultivars // *Journal of the Institute of Brewing*. 2015. Vol. 121. Issue 4. P. 628–635. <https://doi.org/10.1002/jib.252>

19. Vilanova M., Cortés S., Santiago J.L., Martínez M.-C., Fernández E. Aromatic Com-

pounds in Wines Produced During Fermentation: Effect of Three Red Cultivars // *International Journal of Food Properties*. 2007. Vol. 10. Issue 4. P. 867–875. <https://doi.org/10.1080/10942910601161615>

20. Гонтарева Е.Н., Агеева Н.М., Гугучкина Т.И. Современные технологические приемы винификации красных вин // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2015. N 34 (4). С. 86–102.

21. Câmara J.S., Herbert P., Marques J.C., Alves M.A. Varietal flavour compounds of four grape varieties producing madeira wines // *Analytica Chimica Acta*. 2004. Vol. 513. Issue 1. P. 203–207. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2004.01.024>

22. Пескова И.В., Остроухова И.В., Пробей-голова П.А., Варик Г.Н. Влияние технологических приемов на формирование аромата красных столовых виноматериалов из винограда сорта Саперави северный // *Магарах. Виноградарство и виноделие*. 2009. N 1. С. 27–29.

23. Santiago J.L., Boso S., Martín J.P., Ortiz J.M., Martínez M.C. Characterization and identification of grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) from northwestern Spain using microsatellite markers and ampelometric methods // *Vitis – Journal of Grapevine Research*. 2005. Vol. 44. Issue 2. P. 67–72. <https://doi.org/10.5073/vitis.2005.44.67-72>

REFERENCES

1. Valuiko GG. *Stabilization of grape wines*. Simferopol: Tavrida: 2002. 208 p. (In Russian)

2. Wang X-J, Bai J-G, Liang Y-X. Optimization of multienzyme production by two mixed strains in solid-state fermentation. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2006;73(3):533–540. <https://doi.org/10.1007/s00253-006-0496-1>

3. Ageyeva NM, Avanesyants RV. Influence of ferment preparations of new generation the wine biopolymer. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii* = Fruit growing and viticulture of South Russia. 2017;46:129–140. (In Russian)

4. Berger RG. Flavours and Fragrances. Chemistry, Bioprocessing and Sustainability. Berlin: Springer; 2006. 648 p.

5. Wijnffels RH, Buitelaar RM, Bucke C, Tramper J. (eds.). *Progress in Biotechnology. Vol. 11. Immobilized cells: basics and applications*. Elsevier Science; 1996. 842 p.

6. Francis IL, Newton JL. Determining wine aroma from compositional data. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2005;11(2):114–126. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2005.tb00283.x>

7. Ostroukhova EV, Peskova IV, Probeigolova PA, Vinogradov BA. Comparative analysis of the aroma-forming complex of red grape varieties. *Vinogradarstvo i vinodelie*. 2011;41(1):77–80. (In

Russian)

8. Clarke RJ, Bakker J. *Wine Flavour Chemistry*. Blackwell Publishing; 2012. 339 p.

9. Peinado RA, Mauricio JC. Biologically Aged Wines. In: Moreno-Arribas MV, Polo MC. (edc.). *Wine chemistry and biochemistry*. Springer Science+Business Media. LLC. 2009. Chapter 3B. P. 81–101. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-74118-5>

10. Rodopulo AK. Aroma-forming substances of grapes. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*. 1990;26(5):579–590. (In Russian)

11. Noguerol-Pato R, González-Álvarez M, González-Barreiro C, Cancho-Grande B, Simal-Gándara J. Aroma profile of Garnacha Tintorera-based sweet wines by chromatographic and sensorial analyses. *Food Chemistry*. 2012;134(4):2313–2325. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.105>

12. Nedelkovski D, Dimitrov D, Beleski K, Milanov G, Korunovska B, Trajanovska F, et al. Aroma compounds in wines from Macedonian autochthonous variety Stanusina. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*. 2017;2(3):128–138. (In Bulgaria)

13. Peskova IV, Lutkova NY, Ostroukhova EV. The influence of yeast races on the formation of flavour-building complex in nable base wines of

muscat white variety. *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie* = *Magarach. Viticulture and winemaking*. 2016;3:21–24. (In Russian)

14. Moreno-Arriba MV, Polo MC. Winemaking biochemistry and microbiology: current knowledge and future trends. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2005;45(4):265–286. <https://doi.org/10.1080/10408690478118>

15. Bartowsky EJ, Henschke PA. The “buttery” attribute of wine diacetyl – desirability, spoilage and beyond. *International Journal of Food Microbiology*. 2004;96(3):235–252. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.05.013>

16. De La Fuente-Blanco A, Sáenz-Navajas MP, Ferreira V. On the effects of higher alcohols on red wine aroma. *Food Chemistry*. 2016;210:107–114. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.021>

17. Ciani M, Maccarelli F. Oenological properties of non-*Saccharomyces* yeasts associated with wine-making. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 1998;14:199–203. <https://doi.org/10.1023/A:1008825928354>

18. Cortés-Diéguez S, Rodríguez-Solana R, Domínguez JM, Díaz E. Impact odorants and sensory profile of young red wines from four Galician (NW of Spain) traditional cultivars. *Journal of the Institute of Brewing*. 2015;121(4):628–635. <https://doi.org/10.1002/jib.252>

19. Vilanova M, Cortés S, Santiago JL, Martínez M-C, Fernández E. Aromatic Compounds in Wines Produced During Fermentation: Effect of Three Red Cultivars. *International Journal of Food Properties*. 2007;10(4):867–875. <https://doi.org/10.1080/10942910601161615>

20. Gontareva EN, Ageeva NM, Guguchkina TI. Modern technological methods of vinification of red wines. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii* = *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2015;34:86–102. (In Russian)

21. Câmara JS, Herbert P, Marques JC, Alves MA. Varietal flavour compounds of four grape varieties producing madeira wines. *Analytica Chimica Acta*. 2004;513(1):203–207. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2004.01.024>

22. Peskova IV, Ostroukhova EV, Probelgolova PA, Verik GN. The effects of process technologies on the varietal aroma formation of red table wine materials. *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie* = *Magarach. Viticulture and winemaking*. 2009;1:27–29. (In Russian)

23. Santiago JL, Boso S, Martín JP, Ortiz JM, Martínez MC. Characterization and identification of grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) from northwestern Spain using microsatellite markers and ampelometric methods. *Vitis – Journal of Grapevine Research*. 2005;44(2):67–72. <https://doi.org/10.5073/vitis.2005.44.67-72>

Критерии авторства

Агеева Н.М., Тихонова А.Н., Бирюков А.П. выполнили экспериментальную работу. Авторы совместно обобщили результаты, написали рукопись, имеют на статью равные авторские права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Агеева Наталья Михайловна,
д.т.н., профессор;
главный научный сотрудник,
Северо-Кавказский федеральный научный
центр садоводства, виноградарства,
виноделия,
350901, г. Краснодар,
ул. им. 40-летия Победы, 39,
Российская Федерация,
e-mail: ageyeva@inbox.ru

Contribution

Natalia M. Ageeva, Anastasia N. Tichonova, Aleksandr P. Biryukov carried out the experimental work. The authors on the basis of the results summarized the material and wrote the manuscript. All authors have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism..

Conflict interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Natalia M. Ageeva,
Dr. Sci. (Engineering), Professor,
Chief Researcher,
North Caucasian Federal Scientific Center
of Horticulture, Viticulture, Wine-making,
39, 40-letiya Pobedy St., Krasnodar, 350901,
Russian Federation,
e-mail: ageyeva@inbox.ru

Тихонова Анастасия Николаевна,
к.т.н., старший научный сотрудник,
Северо-Кавказский федеральный научный
центр садоводства, виноградарства,
виноделия,
350901, г. Краснодар,
ул. им. 40-летия Победы, 39,
Российская Федерация,
e-mail: Anastasia.he@yandex.ru

Бирюков Александр Петрович,
д.т.н., заведующий кафедрой технологии
бродильных производств и виноделия,
Кубанский государственный
технологический университет,
350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2,
Российская Федерация;
старший научный сотрудник,
Северо-Кавказский федеральный научный
центр садоводства, виноградарства,
виноделия,
350901, г. Краснодар,
ул. им. 40-летия Победы, 39,
Российская Федерация
e-mail: abiryucow@yandex.ru

Anastasia N. Tichonova,
Cand. Sci. (Engineering), Senior Researcher,
North Caucasian Federal Scientific Center
of Horticulture, Viticulture, Wine-making,
39, 40-letiya Pobedy St., Krasnodar, 350901,
Russian Federation,
e-mail: Anastasia.he@yandex.ru

Aleksandr P. Biryukov,
Dr. Sci. (Engineering),
Head of the Department of Technology
of Fermentation and Winemaking,
Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya St., Krasnodar, 350072,
Russian Federation;
Senior Researcher,
North Caucasian Federal Scientific Center
of Horticulture, Viticulture, Wine-making,
39, 40-letiya Pobedy St., Krasnodar, 350901,
Russian Federation,
e-mail: abiryucow@yandex.ru