

Оценка эффективности новых штаммов дрожжей для виноделия

Казумян К.Н.^{1✉}, Микаелян М.Н.¹, Григорян Б.А.²

¹ Научный центр виноградарства и виноделия, филиал Национального аграрного университета, г. Ереван, Армения;

² Институт молекулярной биологии (ИМБ) Национальной академии наук, г. Ереван, Армения

✉ kazumyank@mail.ru

Аннотация. Новые штаммы дрожжей для виноделия представляют определенный интерес с научной и производственной точек зрения. Французская фирма «Lesaffre Group» предложила для апробации новые штаммы дрожжей AS-2 и AB-1, а также широко применяемый штамм VR-44. В исследовании использован морозоустойчивый сорт винограда с окрашенной ягодой Чаренци. Для ферментации мезги использовали штаммы дрожжей AS-2 и AB-1, контроль – штамм дрожжей VR-44. Характеристика его представлена производителем и по показателю толерантности к алкоголю соответствует 16 % об., фактически в ходе эксперимента получено 16,1 % об. алкоголя. По показателю расхода сахара 16,5 г на выработку 1 % об. алкоголя, фактически израсходовано 17,39 г сахара. Данные эксперимента: штамм дрожжей AS-2, фактический наброд спирта – 16,9 % об., на 1 % об. спирта израсходовано 16,4 г сахара, или выход составил 93,6 % об. от теоретически возможного. У штамма AB-1 наброд спирта составил 17,6 % об., на 1 % об. спирта израсходовано 15,9 г сахара или выход составил 97 % об. от теоретически возможного. В ходе исследования определены фенольные вещества. Во всех исследуемых образцах виноматериалов, ферментированных дрожжами штаммов AS-2 и AB-1, содержание флавоноидов и антоцианов превышало контроль. Фенольные вещества в процессе ферментации претерпели количественные и качественные изменения. Количество флавоноидов в виноматериалах, ферментированных дрожжами штаммов AS-2 и AB-1, по сравнению с их количеством, содержащимся первоначально в винограде, составляло соответственно 19,9–23,2 % (контроль штамм VR-44 – 16,3 %), антоцианов определено соответственно 33,3–36,9 % (контроль штамм VR-44 – 25,3 %). Штаммы дрожжей AS-2 и AB-1 обеспечили высокий выход алкоголя, подтвердили свою янтарогенность и усвояемость яблочной кислоты, соответствуют предъявляемым требованиям к производству качественных красных вин.

Ключевые слова: виноград; вино; ферментация; флавоноиды; антоцианы.

Для цитирования: Казумян К.Н., Микаелян М.Н., Григорян Б.А. Оценка эффективности новых штаммов дрожжей для виноделия // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(4):370-376. EDN YLNIRI.

ORIGINAL RESEARCH

Evaluation of the effectiveness of new yeast strains for winemaking

Kazumyan K.N.^{1✉}, Mikayelyan M.N.¹, Grigoryan B.A.²

¹ Scientific Center of Viticulture and Winemaking, branch of the National Agrarian University, Yerevan, Armenia;

² Institute of Molecular Biology (IMB) of the National Academy of Sciences, Yerevan, Armenia.

✉ kazumyank@mail.ru

Abstract. New yeast strains present a significant interest from both scientific and industrial perspectives for winemaking. The French company "Lesaffre Group" proposed for trial the new yeast strains AS-2 and AB-1, along with the widely used strain VR-44. A frost-resistant grape variety with colored berries 'Charentsi' was used in the process of research. Yeast strains AS-2 and AB-1 were used for fermentation of the must, while the control strain VR-44 was applied for comparison. The characteristics of the VR-44 yeast strain, as provided by the manufacturer, indicate an alcohol tolerance of 16 % v/v, and in the experiment, an actual alcohol content of 16.1 % v/v was achieved. The sugar consumption rate was 16.5 g per 1 % v/v of alcohol; in practice, 17.39 g of sugar was consumed. Experimental data: the AS-2 yeast strain resulted in an actual alcohol content of 16.9 % v/v, with 16.47 g of sugar consumed per 1 % v/v of alcohol, or 93.6 % yield relative to the theoretical maximum. The AB-1 yeast strain achieved an alcohol content of 17.6 % v/v, with 15.9 g of sugar consumed per 1 % v/v of alcohol, yielding 97 % of the theoretical maximum. Phenolic compounds were determined during the study. In all the samples of wine materials fermented with yeast strains AS-2 and AB-1, the content of flavonoids and anthocyanins exceeded that of the control. Phenolic compounds underwent both quantitative and qualitative changes during fermentation. The flavonoid content in wine materials fermented with yeast strains AS-2 and AB-1 was 19.9–23.2 %, compared to the amount originally contained in grapes, while the control (VR-44) contained 16.3 %. The anthocyanin content in wine materials was 33.3–36.9 % for AS-2 and AB-1, while the control (VR-44) had 25.3 %. The yeast strains AS-2 and AB-1 were highly effective, providing a high alcohol yield, confirmed their amber color properties, and demonstrated efficient malic acid assimilation. They meet the required standards for the production of high-quality red wines.

Key words: grapes; wine; fermentation; flavonoids; anthocyanins.

For citation: Kazumyan K.N., Mikayelyan M.N., Grigoryan B.A. Evaluation of the effectiveness of new yeast strains for winemaking. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(4):370-376. EDN YLNIRI (in Russian).

Введение

Винодельческая промышленность регулярно пополняется новыми вспомогательными материалами, в частности сухими активными дрожжами с привлекательными характеристиками. Апроба-

ция новых дрожжей представляет определенный интерес с научной и производственной точки зрения. Производитель сухих активных дрожжей – французская фирма «Lesaffre Group» предложила продукцию бренда «Fermentis» – штаммы AS-2 и AB-1, а также широко применяемый штамм VR-44. Штамм дрожжей VR-44 используется для про-

изводства красных вин с терруарными характеристиками из европейских сортов винограда Каберне Совиньон, Мерло, Барбера, Санджовезе и др. Новые штаммы дрожжей AS-2 и AB-1 для ферментации виноградного сусла или мезги не применялись. Для испытания новых штаммов дрожжей при ферментации мезги выбран морозоустойчивый сорт винограда с окрашенной ягодой Чаренци. Сорт винограда Чаренци – селекционный, малораспространенный, в силу чего представляет большой интерес, как объект для широкого вовлечения в производство [1-5, 11]. Фенольные вещества – соединения, влияющие на качественные показатели, обеспечивают полноту и вкусовые особенности, а также цветовые характеристики красных вин.

Цель исследования заключалась в апробации новых вспомогательных материалов – сухих активных дрожжей штаммов AS-2, AB-1 и VR-44 бренда «Fermentis». Штаммы дрожжей AS-2 и AB-1 относятся к роду *Saccharomyces cerevisiae*. Для сравнения использовали штамм дрожжей VR-44 (контроль) рода *Saccharomyces bayanus* [6, 8].

Материалы и методы исследования

В эксперименте использован селекционный, морозоустойчивый сорт винограда Чаренци, европейско-амурский гибрид селекции Армянского НИИВВиП. Сорт привлекателен своей интенсивной окраской.

Оценка физико-химических показателей произведена по общепринятым стандартам и методикам МОБВ, массовая концентрация сахаров (ГОСТ 13192-73), массовая концентрация кислот (ОИВМА-AS313-01), рН-активная кислотность, диоксид серы свободная и связанная (ОИВМА-AS323-043), азот усвояемый дрожжами YAN – методом титрования формалином, рН-метрия [20], фенольные вещества [23], хроматические характеристики (ОИВМА-AS2-07В), индекс Фоллин-Чекольтеу (ОИВМА-AS2-10), летучие кислоты (ОИВМА-AS313-02), объемная доля этилового спирта (ОИВМА-AS312-01А), альдегиды (ГОСТ 12280-75), ацетали – по методике, описанной в книге [21]. Фотоколориметрический метод определения фенольных веществ [22].

Наряду с известным штаммом VR-44 испытаны впервые для сбраживания виноградной мезги новые штаммы дрожжей AS-2 и штамм AB-1 фирмы «Fermentis». Производитель, представляя данные дрожжи, обратил внимание на то, что эти новые штаммы дрожжей использовались при производстве французского сидра. Фирмой «Fermentis» представлена характеристика по использованию штаммов дрожжей AS-2 и AB-1 только при сбраживании свежих и концентрированных яблочных соков.

Штаммы дрожжей AS-2 и AB-1 характеризуются

хорошей способностью к заселению среды, даже при чувствительности к киллерному фенотипу, стабильной кинетикой при широком температурном диапазоне брожения (10-30 °С), низкой потребностью в азоте, хорошим усвоением фруктозы, потреблением яблочной кислоты до 1,5 г/дм³, со средней выработкой 2-фенилэтанола и изоамилацетата и хорошим балансом эфиров. Кондиции винограда в эксперименте: массовая концентрация сахаров 280 г/дм³, титруемых кислот 6,6 г/дм³, рН (активная кислотность) – 3,27. Массовая концентрация флавоноидов – 8563,0 мг/кг, антоцианов – 2079 мг/кг. Виноград переработан, мезга разделена на 3 равных объема, соответственно заданы активные сухие дрожжи, из расчета 3 г/дал. Все три варианта мезги настаивали с ферментацией в течение 10 суток, после чего виноматериал отделен от твердых частей и направлен на дображивание.

Результаты и их обсуждение

Физико-химический анализ виноматериалов произведен после первой переливки и весной следующего за урожаем года результаты анализа обобщены в табл. 1. Испытуемые дрожжи имеют большую ферментативную активность. Образец вина, ферментированный штаммом дрожжей VR-44 (контроль), имел наброд спирта 16,1 % об. Образец вина, ферментированный опытным штаммом AS-2 – 16,9-17,0 % об., а образец вина, ферментированный штаммом AB-1, – 17,7-17,6 % об.

Результат спиртового брожения показал, что штаммы дрожжей AS-2 и AB-1 обладают высокими спиртообразующими свойствами. В результате спиртового брожения в контрольном образце (дрожжи VR-44) получен наброд спирта 16,1 % об., причем на выработку 1 % об. спирта израсходовано 17,391 г сахара против 16,5 г, заявленного фирмой-производителем, или 94,88 % от заявленного. Штамм AS-2 обеспечил наброд спирта 17,0 % об., или на 1 % безводного спирта израсходовано 16,4706 г сахара. Штамм AB-1 обеспечил наброд спирта 17,6 % об., или на 1 % безводного спирта израсходовано 15,9091 г сахара.

Известно, что теоретически из 1 г сахара образуется 0,6479 мл безводного спирта [7]. В нашем эксперименте получен наброд спирта от теоретически возможного по дрожжам AS-2 – 93,69 %, по AB-1 – 97,02 %, что является очень высоким показателем продуктивности и толерантности испытуемых дрожжей.

Обсуждая результат эксперимента в части толерантности дрожжей к алкоголю, а также выхода алкоголя из единицы сахара, приходим к выводу: дрожжи (*Saccharomyces bayanus*) VR-44 (относятся к виду *Saccharomyces oviformis*), которые используются обычно к концу брожения, вследствие большой спиртоустойчивости. Ж.Рибери-Гайон и др.

[8] рекомендовали применение дрожжей вида *Saccharomyces oviformis* для более быстрого завершения брожения, причем это происходит тем скорее, чем выше исходное содержание сахара.

Штаммы дрожжей AS-2 и AB-1, относятся к широко распространенному виду *Saccharomyces cerevisiae*, и старт брожения обычно происходит с участием этих дрожжей, однако в эксперименте они превосходили по производительности и толерантности к алкоголю штамм дрожжей VR-44. Оценены физико-химические показатели виноматериалов. Результаты обобщены в табл. 1.

Наименьшее количество остаточного сахара зафиксировано в образце AB-1 – 5,4 г/дм³ (0,54 %). По содержанию экстрактивных веществ все образцы вин соответствуют предъявляемым к красным винам требованиям, так приведенный экстракт определен в образцах, сброженных штаммом AS-2, в пределах 34,65–38,1 мг/дм³, штаммом AB-1 – 36,4–35,63 мг/дм³ при условно нормируемом показателе 30 мг/дм³.

Альдегиды являются компонентами вина, которые придают вину специфический вкус, обладают острым запахом с фруктовым оттенком, основной представитель – ацетальдегид образуется в вине при спиртовом брожении. На его накопление влияет диоксид серы, который препятствует восстановлению ацетальдегида до этилового спирта [9, 10]. Данное положение подтверждено нашими опытами, где обнаружены альдегиды в винах, обработанных диоксидом серы, после спиртового и яблочно-молочного брожения в количестве (штамм AS-2) 16,28 мг/дм³ и (штамм AB-1) 19,36 мг/дм³, контроль (штамм VR-44) – 19,36 мг/дм³. Вина, при-

готовленные без обработки диоксидом серы, содержали альдегидов соответственно (штамм AS-2) 11,0 мг/дм³ и (штамм AB-1) 18,04 мг/дм³, контроль (штамм VR-44) – 6,0 мг/дм³.

Альдегиды со спиртом легко образуют ацетали, которые обладают приятным ароматом. В образцах вин, обработанных диоксидом серы, обнаружено ацеталей (штамм AS-2) 11,8 мг/дм³, (штамм AB-1) – 14,2 мг/дм³, контроль (штамм VR-44) – 14,2 мг/дм³. Вина, приготовленные без обработки диоксидом серы, содержали (штамм AS-2) 17,7 мг/дм³, (штамм AB-1) 23,6 мг/дм³, контроль (штамм VR-44) – 13,3 мг/дм³. Полученные результаты находятся в пределах условно нормируемых показателей по альдегидам для красных вин – до 40 мг/дм³ [10].

Исследованы фенольные соединения виноматериалов с пониженным содержанием диоксида серы в технологическом процессе [11, 12]. Альтернатива диоксиду серы, согласно рекомендациям OIV (резолюция OIV-OENO 631-2020), является выбор сорта винограда. Оценка сорта и качества винограда проведена по методике, включающей комплексную оценку по показателям, обуславливающим формирование качества: массовая концентрация сахаров, титруемых кислот, экстрактивных веществ, технологический запас фенольных веществ, флавоноидов и антоцианов [13].

Физико-химический анализ объектов в цепочке «виноград – виноматериал – вино» осуществлен методами, описанными выше.

В процессе брожения фенольные соединения претерпевают большие количественные и качественные изменения. Наряду с полимеризацией

Таблица 1. Физико-химический анализ красного вина Чаренци, приготовленного с использованием сухих активных дрожжей по классической технологии (регулярное), и органическое вино с пониженным содержанием SO₂

Table 1. Physicochemical analysis of red wine Charentsi, prepared using dry active yeast, according to classical technology (regular), and organic wine with reduced SO₂ content

Сухие активные дрожжи, штамм	Технология вина	Массовая концентрация		Массовая концентрация кислот, г/дм ³		Экстракт, г/дм ³		Альдегиды, мг/дм ³	Ацетали, мг/дм ³	SO ₂ , мг/дм ³		pH
		спиртов, % об.	сахаров, г/дм ³	титруемых	летучих	общий	приведенный			общее	свободное	
VR-44	виноматериал	16,10	33,32	7,95	0,48	74,15	40,78	22,88	17,70	26,03	2,20	3,62
AS-2		16,90	29,53	6,97	0,59	68,36	36,32	16,28	24,78	36,06	3,76	3,68
AB-1		17,70	5,50	7,11	0,48	42,50	37,54	19,80	20,06	33,24	4,39	3,72
VR-44	регуляр. + SO ₂	16,10	33,30	7,40	0,47	73,80	40,50	19,36	14,20	61,44	8,29	3,64
AS-2		17,00	25,65	7,10	0,62	63,0	34,65	16,28	11,80	64,80	13,50	3,72
AB-1		17,60	5,40	6,30	0,54	41,80	36,40	19,36	14,20	65,70	13,20	3,72
VR-44	органическое	16,10	35,05	7,70	0,48	69,40	34,35	6,00	13,30	35,39	2,17	3,64
AS-2		17,00	24,00	7,18	0,65	62,10	38,10	11,00	17,70	37,25	1,55	3,72
AB-1		17,60	6,17	6,50	0,51	41,80	35,63	18,04	23,60	35,39	3,07	3,77

и осаждением фенольных веществ, протекает их деструкция и они под действием кислорода, окислительных ферментов и дрожжей превращаются в более простые фенолы [10, 11]. Следовательно, при приготовлении красных вин большое значение имеет брожение сусла на мезге, при котором в вино переходят экстрактивные вещества, включающие фенольные, красящие, минеральные и другие соединения. Экстрагированные в вино вещества придают ему цвет, полноту, вкусовые особенности, букет, соответствующий красным винам [10, 14-16].

Массовая концентрация фенольных веществ была наибольшей в виноматериале, сброженном при участии штамма дрожжей АВ-1 – 2411,57 мг/дм³ минимальное количество в вине (органическое), сброженном штаммом дрожжей VR-44, массовая концентрация составила 2064,23 мг/дм³ (табл. 2). Необходимо отметить, что эта концентрация фенольных веществ вполне достаточна для приготовления красных вин [10, 17].

Фенольные соединения, в частности антоцианы и флавоноиды, в процессе спиртового брожения перешли из мезги в виноматериал. Поступивший на переработку виноград содержал антоцианов – 2079,0 мг/кг; флавоноидов – 8563,0 мг/кг. По результатам спиртового брожения наибольшая концентрация антоцианов определена в виноматериале сброженном дрожжами (АВ-1) 766,38 мг/дм³ или 36,9 % от содержащихся в винограде (2079,0 мг/дм³), наименьшая концентрация (штамм VR-44) – 526,04 мг/дм³ или 25,3 %. В виноматериале после отдыха – наибольший показатель (штамм АВ-1) – 616,23 мг/дм³ или 29,6 %, наименьший (штамм VR-44) – 477,09 мг/дм³ или 22,9 %. Виноматериал (органический) содержал наибольший показатель (штамм АВ-1) – 537,31 мг/дм³, или 25,8 %, наименьший (штамм VR-44) – 416,96 мг/дм³ или 20,05 %.

Превращения флавоноидов и антоцианов, протекающих в процессе приготовления вина, показано на рис. 1 и 2.

Технологический запас антоцианов в вине более 500 мг/дм³ и флавоноидов более 1000 мг/дм³ при использовании исследуемых дрожжей АВ-1, AS-2 и VR-44 подтвержден во всех винах.

Спиртуозность виноматериалов увеличивает экстракцию красящих веществ во время брожения, однако в период отдыха происходит снижение количества антоцианов. Так, в вине (регу-

Таблица 2. Цвет и интенсивность окраски вин
Table 2. Color and color intensity of wines

Сухие активные дрожжи, штамм	Технология приготовления вина	Интенсивность окраски $U = D_{420} + D_{520} + D_{620}$	Оттенок $T = D_{420} / D_{520}$	Антоцианы, мг/дм ³	Флавоноиды, мг/дм ³	Фенольные соединения, мг/дм ³
VR-44	виноматериал	23,2	0,66	526,04	1396,04	2097,15
AS-2		24,2	0,63	692,25	1704,83	1718,31
AB-1		26,4	0,63	766,38	1988,97	2283,96
VR-44	регулярное	21,6	0,68	477,09	1334,32	2227,83
AS-2		21,8	0,65	582,58	1540,68	2336,39
AB-1		21,8	0,66	616,23	1676,74	2411,57
VR-44	органическое	22,8	0,68	416,96	1240,68	2064,23
AS-2		24,2	0,66	518,44	1491,72	2283,96
AB-1		26,2	0,67	537,31	1491,72	2359,45
Свежий сок				2079,0	8563,0	

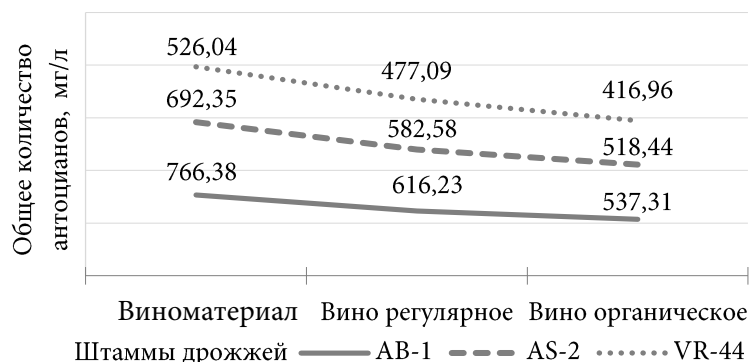


Рис. 1. Содержание антоцианов в образцах вин
Fig. 1. The content of anthocyanins in wine samples

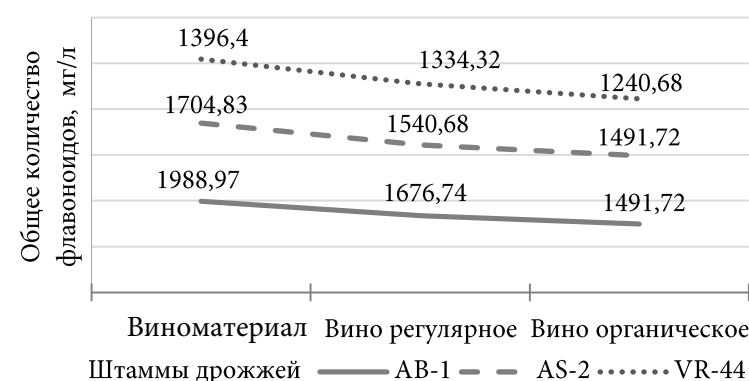


Рис. 2. Содержание флавоноидов в образцах вин
Fig. 2. The content of flavonoids in wine samples

лярном) снижение составило: контроль (штамм VR-44) – 48,95 мг/дм³ или на 9,3%; (штамм AS-2) – 109,67 мг/дм³ или 15,84 %; (штамм АВ-1) – 150,15 мг/дм³ или 19,59 %; по отношению к молодому виноматериалу уменьшение количества антоцианов в основном происходит за счет конденсации ацетальдегида с красящими веществами [10, 17, 18].

Диоксид серы несколько увеличивает интенсивность окраски виноматериала, так как при брожении происходит разрушение клеточной структуры ягод и выделение антоцианов. Одновременно диоксид серы снижает интенсивность окраски, вследствие связывания антоцианов, однако эти соединения нестойки. Ацетальдегид связывает сернистую кислоту и окраска восстанавливается.

Одновременно с извлечением красящих и фенольных веществ из мезги в процессе брожения, происходит их выпадение в осадок. В сусле и вине антоцианы находятся в растворенном состоянии, однако они легко адсорбируются на коллоидных частицах и осаждаются вместе с коллоидами.

Цвет и интенсивность окраски красных вин важнейший показатель, предопределяющий качество вина. Виноматериалы, сброженные разными штаммами дрожжей, обладают высокой интенсивностью цвета – 23,2-24,2-26,4. Величины, характеризующая оттенок цвета, имеют близкие по значению показатели 0,66-0,63-0,63, что соответствует молодым, интенсивно окрашенным винам. Качественный показатель окраски характеризует степень окисленности и конденсации антоцианов, что связано с процессами окисления, поликонденсации, полимеризации с выпадением в осадок, так концентрация антоцианов снизилась почти в 3 раза, а флавоноидов – в 2-5 раз.

Виноматериалы (регулярные и органические) имеют некоторые изменения по интенсивности и оттенку, что характерно винам, входящим в стадию зрелости. Качественный показатель цвета и интенсивность окраски лучше при использовании дрожжей штаммов AS-2 и AB-1, причем в органическом виноматериале интенсивность окраски выше [19].

Стойкость цвета обеспечивается балансом количественного содержания танинов и антоцианов в вине и их способностью к полимеризации, во избежание выпадения в осадок. Полимеризация танин-антоцианового комплекса происходит при наличии кислорода, что достигается периодическим перемешиванием во время брожения и в период дображивания. Цвет виноматериала стабилизируется по мере конденсации, при этом умеренная оксидация способствует стабилизации цвета.

Выводы

Штамм VR-44 (контроль) соответствует по показателю толерантности к алкоголю, заявленному производителем, – 16,0 % об., фактически получено 16,1 % об. По полноте выбраживания, а также выходу 1 % об. алкоголя из 16,5 г сахара не соответствуют заявленному показателю, фактический расход сахара составил 17,39 г, или больше заявленного количества на 0,89 г.

По штаммам AS-2 и AB-1 производителем не представлены целевые показатели по толерантности к алкоголю и выходу алкоголя. Полученные в эксперименте данные сравнивались с дрожжами штамма VR-44 и с теоретически возможным выходом алкоголя. У штамма AS-2 фактический наброд спирта составлял 16,9 % об. Выход 1 % об. спирта был обеспечен 16,4706 г сахара, что составляет 93,6 % от теоретически возможного.

У штамма AB-1 фактический наброд спирта составил 17,6 % об., на 1 % об. спирта израсходовано 15,909 г сахара, или выход от теоретически возможного составил 97 %.

Фенольные вещества виноматериалов (регулярное и органическое виноделие) превышали 2000 мг/дм³, флавоноиды находились в пределах 1240,68-1676,74 мг/дм³; антоцианы – 416,96-616,23 мг/дм³. В виноматериалах, приготовленных с использованием штаммов AS-2 и AB-1, содержание антоцианов составляло более 500 мг/дм³. У контрольного штамма VR-44 этот показатель составлял менее 500 мг/дм³.

Вина, приготовленные из винограда сорта Чаренци с использованием сухих активных дрожжей штаммов AS-2, AB-1 и VR-44 (контроль), по своим органолептическим и физико-химическим показателям соответствуют предъявляемым к красным винам требованиям.

Исследование показало, что штаммы дрожжей AS-2 и AB-1 высокоэффективные, способные сбраживать виноградное сусло с повышенной массовой концентрацией сахаров, обеспечивая полное их сбраживание с выработкой минимального количества летучих кислот. Отмечена высокая толерантность дрожжей к алкоголю.

Высокоэффективные штаммы дрожжей AS-2 и AB-1 обладают необходимыми показателями для производства качественных вин и могут быть рекомендованы к широкому внедрению в производство.

Для производства органического вина с пониженным содержанием диоксида серы рекомендуется использовать полностью здоровый виноград сорта Чаренци с массовой концентрацией сахаров более 240 г/дм³; титруемых кислот 6,0-8,0 г/дм³; общих фенольных веществ ≥ 2000 мг/дм³; флавоноидов ≥ 1000 мг/дм³; антоцианов ≥ 500 мг/дм³; диоксида серы свободной ≤ 10 мг/дм³.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного гранта, договор №10-15/25-1/ANAU-VITICULTURE.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. 10-15/25-1/ANAU-VITICULTURE.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

- Пята Е.Г., Козина Т.Д., Ильницкая Е.Т., Алейникова Г.Ю., Макаркина М.В., Мarmorштейн А.А., Котляр В.К., Ширшова А.А., Митрофанова Е.А., Прах А.В. Агробиологические и энологические показатели растений – кандидатов в клоны сорта Алиготе. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(1):6-13. EDN AZDUHU.
- Pyata E.G., Kozina T.D., Il'nitskaya E.T., Aleinikova G. Yu., Makarkina M.V., Marmorshtein A.A., Kotlyar V.K., Shirshova A.A., Mitrofanova E.A., Prakh A.V. Agrobiological and enological indicators of candidate plants for clones of 'Aligote' variety. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(1):6-13 (in Russian).
- Красохина С.И., Матвеева Н.В. Агробиологические и энологические особенности сорта 'Cabernet Cortis' в условиях Нижнего Придонья. Садоводство и виноградарство. 2025;2:31-38.
- Krasokhina S.I., Matveeva N.V. Agrobiological and oenological features of the 'Cabernet Cortis' variety in the conditions of the Nizhnee Pridonye region. Horticulture and Viticulture. 2025;2:31-38 (in Russian).
- Кравченко Р.В., Тымчик Д.Е. Агробиологическая и увологическая характеристика перспективных темноокрашенных технических сортов винограда. Виноделие и виноградарство. 2024;4:4-13. EDN GUIVFA.
- Kravchenko R.V., Tymchik D.E. Agrobiological and uvological characteristics of promising dark-colored technical grape varieties. Winemaking and Viticulture. 2024;4:4-13. EDN GUIVFA (in Russian).
- Петров В.С., Мarmorштейн А.А., Алейникова Г.Ю., Антонян А.К., Христенко П.А. Динамика ростовых процессов отечественных сортов винограда в разнотипных терруарах. Плодоводство и виноградарство Юга России. 2024;90(6):35-46. DOI 10.30679/2219-5335-2024-6-90-35-46.
- Petrov V.S., Marmorshtein A.A., Aleynikova G.Yu., Antonyan A.K., Khristenko P.A. Dynamics of growth processes of domestic grape varieties in different terroirs. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2024;90(6):35-46. DOI 10.30679/2219-5335-2024-6-90-35-46 (in Russian).
- Раджабов А.К., Тер-Петросянц Г.Э., Фадеев В.В. Результаты изучения элементного состава и качества виноматериалов из устойчивых сортов винограда нового поколения // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022;6:5-12. DOI 10.26897/0021-342X-2022-6-5-12.
- Radzhabov A.K., Ter-Petrosyants G.E., Fadeev V.V. Results of the study of the elemental composition and quality of wine materials from resistant grape varieties of the new generation. Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2022;6:5-12. DOI 10.26897/0021-342X-2022-6-5-12 (in Russian).
- Sidari R., Ženišová K., Tobolková B., Belajová E., Cabicarová T., Bučková M., Puškárová A., Planý M., Kuchta T., Pangallo D. Wine yeasts selection: laboratory characterization and protocol review. Microorganisms. 2021;9(11):2223. https://doi.org/10.3390/microorganisms9112223.
- Кишковский З.Н., Скурихин И.М. Химия вина. М.: Пищевая промышленность. 1976:1-311.
- Kishkovsky Z.N., Skurikhin I.M. Wine chemistry. M.: Food Industry. 1976:1-311 (in Russian).
- Ribéreau-Gayon P., Dubourdieu D., Doncèche B., Lonvaud A. Handbook of enology: the microbiology of wine and vinifications. Volume 1. 2nd Edition. England: John Wiley & Sons Ltd. 2006:329-397.
- Li E., Mira de Orduña R. Acetaldehyde metabolism in industrial strains of *Saccharomyces cerevisiae* inhibited by SO₂ and cooling during alcoholic fermentation. OENO One. 2020;54(2):351-358. doi.org/10.20870/oeno-one.2020.54.2.2391.
- Родопуло А.К. Основы биохимии виноделия. М.: Легкая и пищевая промышленность. 1983:1-240.
- Rodopoulos A.K. Fundamentals of biochemistry of winemaking. M.: Consumer and Food Industry. 1983:1-240 (in Russian).
- Трошин Л.П., Кравченко Р.В., Митрофанова Е.А., Прах А.В., Якубов Ю.Ф., Мельник Н.Н. Биохимия винограда и вина сорта Гарганега Таманская. Виноделие и виноградарство. 2023;4:4-9. EDN VUTRNZ.
- Troshin L.P., Kravchenko R.V., Mitrofanova E.A., Prakh A.V., Yakuba Yu.F., Melnik N.N. Biochemistry of Garganega Tamanskaya grapes and wines. Winemaking and Viticulture. 2023;4:4-9. EDN VUTRNZ (in Russian).
- Пескова И.В., Остроухова Е.В., Зайцева О.В., Луткова Н.Ю., Вьюгина М.А. Роль технологических факторов в формировании SO₂ - связывающего комплекса виноматериалов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(1):83-90. DOI 10.35547/IM.2021.96.76.014.
- Peskova I.V., Ostroukhova E.V., Zaitseva O.V., Lutkova N.Yu., Vyugina M.A. The role of technological factors in the formation of the SO₂-binding complex of base wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021;23(1):83-90. DOI 10.35547/IM.2021.96.76.014 (in Russian).
- Остроухова Е.В., Пескова И.В., Пробейголова П.А., Луткова Н.Ю. Разработка системы показателей качества и технологических свойств в цепочке «виноград – сусло – виноматериал – вино», дифференцирующий вина Крыма по географическому происхождению // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(3):250-255. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.012.
- Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Probeigolova P.A., Lutkova N.Yu. Development of a system of indicators of quality and technological properties in the chain "grapes – must – wine material – wine" that differentiate Crimean wines by geographical origin. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2019;21(3):250-255. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.012 (in Russian).
- Kazumyan K.N., Mikayelyan M.N., Gevorgyan E.R., Jraghatspanyan A.A. Investigating the effect of yeasts and their derivatives on the qualitative indices of red wine. Food Science and Technology ANAU. 2022;2(78):196-201. DOI 10.52276/25792822-2022.2-196.
- Grigoryan B., Mikayelyan M. The investigation of bioactive compounds in the Charentsi grape variety and its derived wines. Bioactive Compounds in Health and Disease. 2023;6(11):303-314. DOI 10.31989/bchd.v6i11.1170.
- Агеева Н.М., Бирюкова С.А., Лисовец У.А. Обоснование параметров и режимов батонажа в технологии красных вин // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019;57(3):159-168. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-159-168.
- Ageyeva N.M., Biryukova S.A., Lisovets U.A. Substantiation of the parameters and batonage regimes in the technology of the red table wines. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2019;57(3):159-168. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-159-168 (in Russian).

17. Агеева Н.М. Стабилизация виноградных вин. Теоретические аспекты и практические рекомендации. Краснодар. Просвещение-Юг. 2007:1-251.
Ageeva N.M. Stabilization of grape wines. Theoretical aspects and practical recommendations. Krasnodar. Education-South. 2007:1-251 (*in Russian*).
18. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Lutkova N.Yu., Stranishvskaya E.P. The effect of organic plant protection system on the chemical composition and quality of grapes and red wines. E3S. Web of Conferences. 2021;285:05024. DOI 10.1051/e3sconf/202128505024.
19. Точилина Р.П. Контроль характеристики цветности красных вин, как объективный показатель их качества // Виноделие и виноградарство. 2006;1:12-13. EDN PDVPWN.
Tochilina R.P. Control of characteristic of chromaticity of red wines as objective parameter of their quality. Winemaking and Viticulture. 2006;1:12-13. EDN PDVPWN (*in Russian*).
20. Filipe-Ribeiro L., Mendes-Faia A. Validation and comparison of analytical methods used to evaluate the nitrogen status of grape juice. Food Chemistry. 2007;100(3):1272-1277.
21. Сирбиладзе А.Л. Основы технологии коньяка. М.: Пищевая промышленность. 1971:1-296.
Sirbiladze A.L. Fundamentals of cognac technology. M.: Food Industry. 1971:1-296 (*in Russian*).
22. Jacobson J.L. Introduction to wine laboratory practices and procedures. New York: Springer Science + Business Media. 2006:1-375.
23. Ferrero L., Beria D'Argentina S., Paisonni M.A., Río Segade S., Rolle L., Giacosa S. Phenolic budget in red winemaking: Influence of maceration temperature and time. Food Chemistry. 2025;482:144159. DOI 10.1016/j.foodchem.2025.144159.

Информация об авторах

Карен Норикович Казумян, д-р техн. наук, профессор, зав. отдела виноградарство и виноделия; e-mail: kkazumyan@yahoo.com; <https://orcid.org/0009-0002-6235-0041>;

Микаел Норикович Микаелян, канд. техн. наук, науч. сотр.; e-mail: mikayelyan.m@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0008-2683-1431>;

Белла Аркадьевна Григорян, канд. с.-х. наук, науч. сотр.; e-mail: bellagrigoryan24@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6666-879X>.

Information about the authors

Karen N. Kazumyan, Dr. Techn. Sci., Professor, Head of Viticulture and Winemaking Chair; e-mail: kkazumyan@yahoo.com; <https://orcid.org/0009-0002-6235-0041>;

Mikayel N. Mikayelyan, Cand. Tech. Sci., Staff Scientist; e-mail: mikayelyan.m@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0008-2683-1431>;

Bella A. Grigoryan, Cand. Agric. Sci., Staff Scientist; e-mail: bellagrigoryan24@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6666-879X>.

Статья поступила в редакцию 28.08.2025, одобрена после рецензии 10.11.2025, принята к публикации 19.11.2025.