

Оценка перспективности природных изолятов дрожжей для производства вин из винограда сорта Алиготе

Пескова И.В.[✉], Остроухова Е.В., Вьюгина М.А., Сулейманова М.И., Тампей И.К., Иванова Е.В.

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Ялта, Россия

[✉]bioxim2012@mail.ru

Аннотация. Выделение культур дрожжей из природных микробиомов для производства вин с выраженными терруарно-специфическими органолептическими признаками является актуальным направлением исследований. Природные микроорганизмы потенциально адаптированы к условиям конкретной местности и сорту винограда, метаболиты их жизнедеятельности способствуют формированию уникальных органолептических характеристик терруарных вин. В публикации представлены результаты оценки перспективности природных изолятов дрожжей для производства вин из винограда сорта Алиготе. Методология оценки перспективности дрожжей предусматривала двухэтапное тестирование – на стерильном сусле (1-ый этап) и в условиях микровиноделия (2-ой этап). Критериями отбора являлись скорость забраживания и полнота сбраживания сусла; качество виноматериалов. Использовались принятые в виноделии методы микробиологического, органолептического и физико-химического анализа. По результатам 1-го этапа исследований было отобрано 3 изолята, характеризующихся высокой скоростью забраживания и способностью полностью сбраживать сусло, способствующие формированию характерного для вин Алиготе вкуса и аромата разного сенсорного направления – A-36-3-5, A-36-3-1, A-36-2-5. Установлено, что аромат виноматериалов, полученных с использованием изолятов A-36-3-1 и A-36-3-5, сохранил свою направленность – цветочный с фруктовыми оттенками и легкой дюшесной нотой (изолят A-36-3-1) и фруктовый с оттенками луговых трав (изолят A-36-3-5). В случае изолята A-36-2-5 отмечена трансформация аромата с фруктового с растительными оттенками (стерильное сусло) в цветочно-травянистый с сенными оттенками (виноматериал). Установлена корреляционная зависимость вклада групп дескрипторов в общее сложение аромата с содержанием компонентов ароматообразующего комплекса: обратная в случае вклада цветочных дескрипторов и концентрации альдегидов ($r=-0,784$ при $p\leq 0,05$); прямая – фруктовых оттенков и концентрации альдегидов ($r=0,706$ при $p\leq 0,01$); растительных оттенков и содержания сложных эфиров ($r=0,577$ при $p\leq 0,01$). Полученные данные позволяют рекомендовать выделенные изоляты дрожжей для производства виноматериалов разного сенсорного направления из винограда сорта Алиготе и могут быть использованы при обосновании критерии оценки штаммов дрожжей для виноделия.

Ключевые слова: природные изоляты дрожжей; скорость забраживания; полнота сбраживания; аромат и вкус виноматериалов.

Для цитирования: Пескова И.В., Остроухова Е.В., Вьюгина М.А., Сулейманова М.И., Тампей И.К., Иванова Е.В. Оценка перспективности природных изолятов дрожжей для производства вин из винограда сорта Алиготе // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(4):358-364. EDN TJRIGC.

ORIGINAL RESEARCH

Prospective assessment of native yeast isolates for wine production from 'Aligote' grapes

Peskova I.V.[✉], Ostroukhova E.V., Vyugina M.A., Suleymanova M.I., Tampei I.K., Ivanova E.V.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the National Research Centre "Kurchatov Institute", Yalta, Russia

[✉]bioxim2012@mail.ru

Abstract. Isolation of yeast cultures from native microbiomes for the production of wines with pronounced terroir-specific organoleptic characteristics is a relevant research direction. Native microorganisms are potentially adapted to the conditions of specific location and grape variety used, and their metabolic by-products contribute to the formation of unique organoleptic properties of terroir wines. This publication presents the results of assessing the potential of native yeast isolates for winemaking from 'Aligote' grape variety. The methodology for assessing the potential of yeasts involved a two-stage testing process – in sterile must (stage 1), and under micro vinification conditions (stage 2). The selection criteria were the fermentation initiation rate and the completeness of must fermentation; as well as the quality of wine samples. Accepted methods of microbiological, organoleptic, and physicochemical analysis used in winemaking were employed. Based on the results of the stage 1, three isolates were selected. They were characterized by a high fermentation initiation rate and the ability to completely ferment the must, while contributing to the formation of flavor and aroma characteristic of Aligote wines, but of different sensory directions – A-36-3-5, A-36-3-1, A-36-2-5. It was found that the aroma of wine samples produced using isolates A-36-3-1 and A-36-3-5 retained their initial direction – floral with fruity notes and light pear note (isolate A-36-3-1), as well as fruity with hints of meadow grasses (isolate A-36-3-5). In the case of isolate A-36-2-5, a transformation of aroma was observed, from fruity with vegetal notes (sterile must) to floral-herbaceous with hay notes (wine sample). A correlation was established between the contribution of descriptor groups to the overall aroma profile, and the content of aroma-producing components: an inverse correlation in the case of contributing floral descriptors and aldehyde concentration ($r=-0.784$ at $p\leq 0.05$); a direct correlation - fruity notes and aldehyde concentration ($r=0.706$ at $p\leq 0.01$), and vegetal notes and ester content ($r=0.577$ at $p\leq 0.01$). The obtained data allow for recommending the selected yeast isolates for wine production of different sensory directions from 'Aligote' grapes, and can be used to substantiate the criteria for assessing yeast strains for winemaking.

Key words: native yeast isolates; fermentation initiation rate; fermentation completeness; wine aroma and flavor.

For citation: Peskova I.V., Ostroukhova E.V., Vyugina M.A., Suleymanova M.I., Tampei I.K., Ivanova E.V. Prospective assessment of native yeast isolates for wine production from 'Aligote' grapes. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(4):358-364. EDN TJRIGC (in Russian).

Введение

Приоритетной задачей развития российской винодельческой отрасли в настоящее время является ориентирование производителей на выпуск высококачественной продукции с уникальными характеристиками, в том числе обусловленными её географическим происхождением: с защищенным географическим указанием и с защищенным наименованием места происхождения.

В качестве одного из важных технологических факторов терруарного виноделия в энологической науке и практике рассматривается использование дрожжей природного микробиома виноградников – микробного терруара [1-4]. Идея применения микробного терруара заключается в том, что состав микроорганизмов виноградника уникален, они приспособлены к определенному сорту винограда, условиям его произрастания и могут формировать отличительные характеристики вин, получаемых в определенной местности [2, 4, 5]. Практическое воплощение этой идеи осуществляется двумя путями. Первый – проведение процесса брожения на спонтанной микрофлоре [6, 7]. Данный способ не требует финансовых затрат, и, по мнению некоторых практиков, оказывает благоприятное влияние на органолептические характеристики вин, однако проведение брожения на спонтанной микрофлоре несет в себе определенные риски из-за сложности осуществления контроля этого процесса. Вариацией данного способа является инициация брожения внесением бродящего сусла, что способствует хорошей кинетике процесса брожения и снижает риски неконтролируемого брожения. Второй (более предпочтительный) – селекция высокоеффективных культур из дрожжевой микрофлоры ампелоценозов и их применение в технологии вин индивидуально или в виде консорциумов. Это направление исследований остается актуальным в настоящее время [8-12].

Цель работы – оценка перспективности выделенных из природных сообществ изолятов дрожжей для производства вин из винограда сорта Алиготе.

Материалы и методы исследования

В настоящем исследовании использовали изоляты дрожжей, выделенные из природных сообществ микроорганизмов винограда сорта Алиготе (табл. 1) урожая 2023 г., произрастающего в с. Вилино (Бахчисарайский р-н, Республика Крым) на двух участках (A1 и A2). Выделение изолятов дрожжей на разных этапах брожения (начало и конец процесса) и первичную оценку их технологических характеристик осуществляли

сотрудники лаборатории микробиологии НИЦ «Курчатовский институт» – «Магарач» в соответствии с разработанной ими методикой [12]. Было выделено 13 изолятов дрожжей, отнесенных к *Saccharomyces cerevisiae*.

Критериями оценки перспективности выделенных изолятов для производства вин являлись их технологические характеристики и органолептические показатели сбраженного сусла и полученных виноматериалов.

Оценку осуществляли в два этапа. Первый, предусматривающий определение бродильной способности изолятов (по скорости забраживания и полноте сбраживания сусла) и его влияние на формирование аромата, осуществляли на стерилизованном виноградном сусле во избежание влияния случайных микроорганизмов на исследуемые параметры. Стерилизацию сусла осуществляли путем доведения его температуры до 110 ± 5 °С и выдерживания при этой температуре в течение 30 мин. Приготовление и контроль разводок изолятов дрожжей для инокуляции сусла осуществляли в соответствии с Инструкций по микробиологическому контролю винодельческого производства: ИК 9170-1128-00334600-07 (Москва, 2007). Инокуляцию производили трёхсуточной разводкой дрожжей в активном состоянии в количестве 2 % от объёма сусла. Брожение осуществлялось под гидрозатвором при температуре 21 ± 2 °С в трех повторностях.

Далее (второй этап) выбранные на основании результатов первого этапа исследований изоляты дрожжей были использованы для выработки виноматериалов из винограда Алиготе урожая 2024 года в условиях микровиноделия по технологической схеме: дробление винограда с гребнеотделением, прессование мезги \rightarrow сульфитация (75 ± 5 мг/дм³ диоксида серы), осветление отстаиванием (12 часов при температуре $11 \pm 0,5$ °С), декантация сусла \rightarrow инокуляция сусла разводкой изолятов дрожжей, а также контрольной куль-

Таблица 1. Химический состав виноградного сусла, используемого на разных этапах исследований

Table 1. Chemical composition of grape must, used at different stages of research

Объект	Участок виноградника	Показатели				рН
		сахаров, г/дм ³	титруемых кислот, г/дм ³	аминного азота, мг/дм ³		
Виноград для выделения природных сообществ	A1	226	4,2	–	3,28	
	A2	234	4,1	–	3,27	
Стерилизованное сусло	A1+A2	247	5,8	266	3,23	
Виноградное сусло для выработки виноматериалов	A1+A2	210	6,4	118	3,30	

турой дрожжей Берегово 2-10 (I-438, ЦКП КМВ «Магарач»), брожение в соответствии с описанными выше режимами.

Химический состав виноградного сусла, используемого на разных этапах исследований, представлен в табл. 1. Контроль процесса брожения осуществляли по ИК 9170-1128-00334600-07 и по измерению количества сброшенных сахаров.

По завершении брожения и самоосветления сброшенное сусло и виноматериалы были сняты с дрожжевого осадка и проанализированы. Объемную долю этилового спирта измеряли по ГОСТ 32095 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения объемной доли этилового спирта», массовую концентрацию сахаров – по ГОСТ 13192 «Вина, виноматериалы и коньяки. Метод определения сахаров», титруемых кислот – по ГОСТ 32114 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот», альдегидов – по ГОСТ 12280 «Вина, виноматериалы, коньячные и плодовые спирты. Метод определения альдегидов»; сложных эфиров, аминного азота (в сусле), pH – методами, принятыми в энологических исследованиях [13]. Органолептическая оценка образцов осуществлялась дегустационной комиссией НИЦ «Курчатовский институт» – «Магарач»: виноматериалов – по ГОСТ 32051 по 8-балльному отрезку 10-балльной шкалы [14]; сброшенного сусла – в соответствии с методикой, предусматривающей количественное выражение интенсивности и вклада (%) отдельных дескрипторов в сложение цвета, вкуса и аромата [15, 16]. При анализе ароматограмм группа «цветочного» направления аромата включала следующие дескрипторы: луговые травы (шалфей, клевер, чабрец, душица), цветочный (белые цветы), цветочно-медовый (акация, фруктовые деревья); «фруктово-плодового» – фруктовый (персик, абрикос, виноград), тропические фрукты (банан, ананас, манго), плодовый (яблоко, груша), компотный, сухофруктовый; «растительного» – травяной (тертая трава), сенный, древесный (гребень); пряный дескриптор отражал оттенки кориццы, гвоздики, душистого перца; сладкий, десертный – мёд, карамель.

Экспериментальные данные подвергались дисперсионному анализу с использованием программы Statistica 17: рассчитывали средние арифметические значения (представлены в иллюстративном материале), стандартное отклонение единичного результата (не превышали 10 %); взаимосвязь показателей оценивали по коэффициенту корре-

ляции Пирсона (r), отличия значений показателей в образцах, полученных с использованием разных дрожжей – по критерию Манна-Уитни (U-test) для значимости $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

При выборе культуры дрожжей для производства вин особое внимание уделяется способности микроорганизмов не только полностью утилизировать имеющиеся в сусле сахара и быть устойчивыми к этанолу, но и обеспечивать высокую скорость забраживания. Результаты первого этапа исследований показали, что наименьшей скоростью забраживания отличались изоляты А-34-3-1 и А-34-3-2 – первые признаки брожения сусла были отмечены по истечении трех суток после внесения дрожжей, за которые было утилизировано в среднем 37 г/дм³ сахаров (табл. 2). Возможно, это связано с тем, что данные дрожжи были выделены на начальной стадии брожения сусла, когда преобладают микроорганизмы, не отличающиеся высокой бродильной способностью [17-19]. Наоборот, при использовании изолятов А-36-3-6 и А-36-3-4 уже по завершении первых суток после внесения дрожжей фиксировалось активное начало брожение стерилизованного сусла: количество сброшенных сахаров составляло 65,4±2,8 г/дм³, что значимо ($p < 0,0005$) отличалось от значений показателя (35,5-51,5 г/дм³) в остальных вариантах опыта. Одиннадцать исследуемых изолятов дрожжей практически полностью утилизировали

Таблица 2. Показатели бродильных свойств изолятов дрожжей и их влияние на состав сброшенного сусла
Table 2. Fermentation properties of yeast isolates and their effect on the composition of fermented must

Код изолята <i>S.cerevisiae</i>	Источник изолятов	Забраживание сусла, сутки/количество сброшенных сахаров, г/дм ³	Массовая концентрация, г/дм ³		pH
			сахаров	титруемых кислот	
A-33-3-3	A1 конец брожения	2/35,5	28,3	6,8	2,91
A-33-3-4		2/39,5	35,1	6,7	2,93
A-34-3-1	A2 начало брожения	4/39,5	1,7	6,9	2,94
A-34-3-2		4/33,5	2,0	7,0	2,94
A-36-2-4		2/40	2,1	6,5	2,93
A-36-2-5		2/51,5	1,0	7,1	2,96
A-36-2-6		2/40	1,6	7,0	2,98
A-36-3-1		2/46,5	1,5	7,1	2,97
A-36-3-2	A2 конец брожения	2/44,5	2,5	7,3	2,97
A-36-3-3		2/46,5	1,4	6,8	3,24
A-36-3-4		2/66,5	0,9	6,6	3,22
A-36-3-5		2/49	1,3	6,9	3,23
A-36-3-6		2/62,5	1,0	6,8	3,26

содержащиеся в сусле сахара (остаточные количества составляли $1,5 \pm 0,5$ г/дм³); в случае использования изолятов A-33-3-3 и A-33-3-4 зафиксирована самопроизвольная остановка брожения при концентрации сахаров в среднем 28,3 и 35,1 г/дм³ соответственно. Таким образом, бродильные способности изолятов A-34-3-1, A-34-3-2, A-33-3-3 и A-33-3-4 могут явиться ограничивающим фактором в аспекте их применения для производства сухих вин.

Сбраживание на изолятах *S. cerevisiae* повысило содержание титруемых кислот в сброшенном сусле относительно исходного значения показателя в среднем на 1,1 г/дм³, понизив величину pH на 0,19 ед. Концентрация титруемых кислот в сброшенном сусле достигала $6,9 \pm 0,22$ г/дм³, pH – $3,04 \pm 0,14$ – значимой разницы в зависимости от используемого изолята дрожжей не выявлено. В свете наблюдаемой тенденции снижения содержания титруемых кислот в винограде в стадии технической зрелости, обусловленной изменением климата [20], свойство дрожжей повышать их концентрацию в процессе брожения с одновременным снижением pH является позитивным фактором формирования качества вин и требует дальнейшего детального изучения.

Аромат вина предопределяется составом ароматобразующего комплекса: в наибольшей степени от культуры дрожжей и в целом от условий брожения зависит накопление и состав сложных эфиров, высших спиртов и альдегидов. Содержание сложных эфиров в образцах сброшенного сусла составляло от 45,65 мг/дм³ до 52,86 мг/дм³ (рис. 1) и значимо по вариантам используемых изолятов дрожжей не отличалось. Наименьшая ($p < 0,001$) концентрация альдегидов зафиксирована в сусле, сброшенном на изолятах A-34-3-1 и A-34-3-2 – 34,3 мг/дм³ и 24,1 мг/дм³ соответственно; в остальных вариантах значение показателя составляло $45,8 \pm 2,4$ мг/дм³.

Отличительной чертой вин из винограда сорта Алиготе, произрастающего в Крыму, является развитый аромат с хорошо выраженным оттенками луговых трав, полевых цветов и плодовыми нотами (яблоко, белая слива, персик, тропические фрукты) и свежий вкус с легкой горчинкой в послевкусии [21, 22]. Органолептическая оценка образцов сброшенного сусла с количественной оценкой интенсивности и вклада дескрипторов в общее сложение элементов качества показало значительную дифференциацию профиля аромата в зависимости от используемого изолята *S. cerevisiae*: для фруктово-плодовых дескрипторов составляла от 16 % до 71 %, цветочных – 6-52 %; растительных – 10-30 % (рис. 1). Результаты статистической обработки выявили линейную зависимость интенсивности оттенков аромата с компонентами аро-

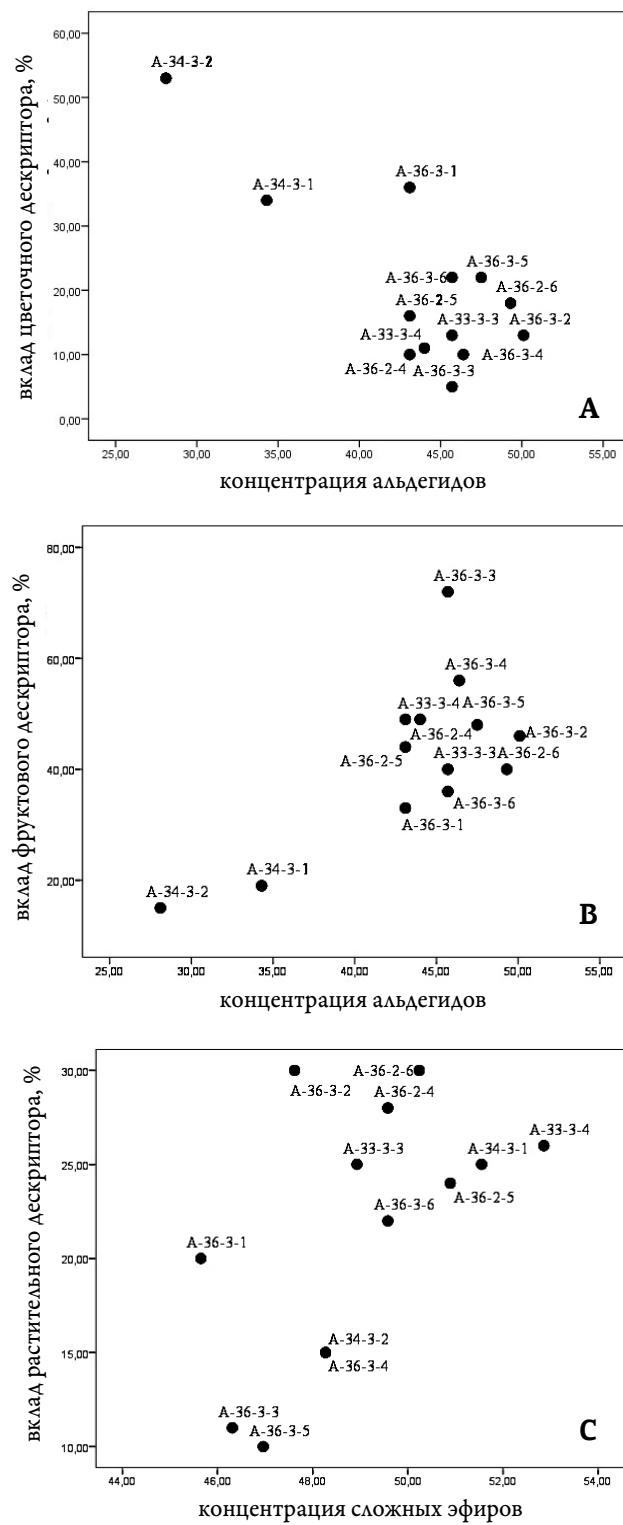


Рис. 1. Взаимосвязь концентрации альдегидов (А, В) и сложных эфиров (С) со вкладом дескрипторов в общее сложение аромата

Fig. 1. Correlation between the concentration of aldehydes (A, B) and esters (C) with the contribution of descriptors to the overall aroma profile

матобразующего комплекса: обратную в случае цветочных оттенков и концентрации альдегидов ($r = -0,784$ при $p \leq 0,05$); прямую – в случае фруктовых оттенков аромата и концентрации альдегидов ($r = 0,706$ при $p \leq 0,01$); растительных оттен-

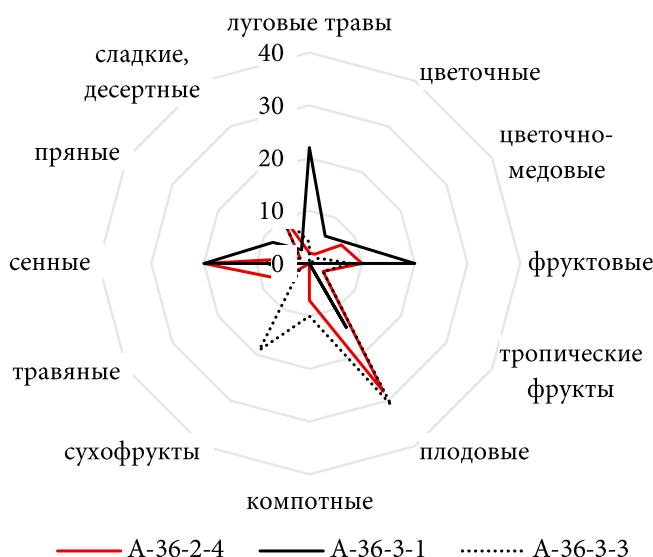


Рис. 2. Профиль, % аромата сброшенного на изолятах дрожжей стерилизованного сусла

Fig. 2. Profile, % of aroma from yeast isolates in sterilized must fermentation

ков и содержания сложных эфиров ($r = 0,577$ при $p \leq 0,01$) (рис. 2). Полученные результаты позволяют рассматривать эфиро- и альдегидобразующую способность дрожжей как возможные критерии отбора изолятов для производства вин с разным сенсорным направлением аромата.

При дальнейшем анализе сенсорных профилей образцов сброшенного сусла не учитывались образцы, полученные на изолятах A-34-3-1, A-34-3-2, A-33-3-3 и A-33-3-4 ввиду их бродильных свойств. Формированию аромата с преобладающими фруктово-плодовыми тонами (вклад в общее сложение аромата составлял 46-49 %), выраженными сенно-травянистыми оттенками (28-30 %) и легкой цветочной нотой (вклад – 10-13 %) способствовало использование изолятов A-36-2-4 и A-36-3-2 (рис. 2). Проведение брожения сусла на изолятах A-36-3-1, A-36-2-5 и A-36-3-5 позволило получить образцы, в аромате которых гармонично сочетались выраженные цветочно-медовые и/или сенно-травянистые тона и умеренная плодовая нота; вкус образцов характеризовался как чистый, полный, свежий, с пикантной горчинкой, с фруктовыми тонами, переходящими в послевкусие. В отношении изолятов A-36-3-3 и A-36-3-6 отмечено, что их использование способствовало формированию аромата, характерного для крепленых вин, – фруктово-плодового направления (71% и 35%, соответственно), с тонами сухофруктов (19% и 4%) и меда (11-13%); вкус характеризовался как мягкий, плодово-компотного направления с легкими гребневыми оттенками.

Негативное влияние на формирование качества сброшенного сусла оказали изоляты: A-36-3-4 – в аромате образцов присутствовали сухляные тона,

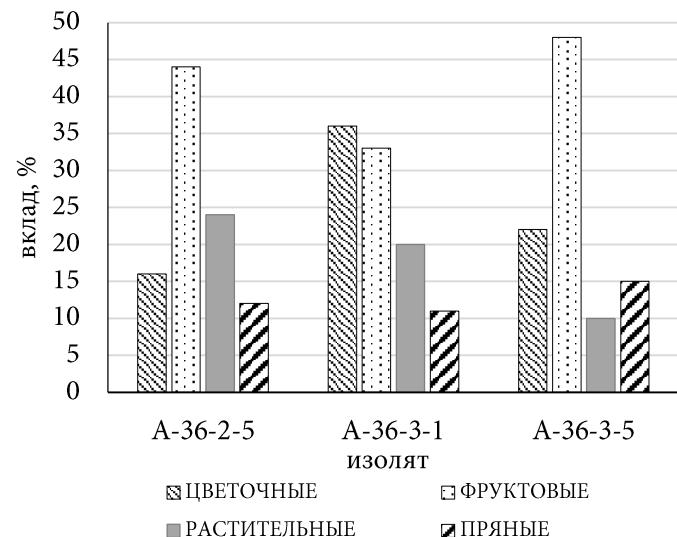


Рис. 3. Вклад (средние значения) запаховых групп в общее сложение аромата сброшенного сусла

Fig. 3. Contribution (mean values) of odorant groups to the overall aroma of fermented must

во вкусе – не характерные для вин из винограда Алиготе молочные оттенки; A-36-3-2, A-36-2-6 и A-36-2-4 – неприятные оттенки (гребневые, предлого сена) в аромате и вкусе.

Таким образом, по совокупности бродильных и биосинтетических свойств, влиянию на сенсорный профиль сброшенного сусла для дальнейшей оценки перспективности использования в виноделии были отобраны изоляты A-36-3-5, A-36-3-1 и A-36-2-5. На рис. 3 проиллюстрированы особенности аромата образцов сброшенного сусла, полученных на отобранных изолятах: A-36-3-1 – цветочного направления с выраженным фруктовыми и растительными (сенно-травянистыми) оттенками; A-36-2-5 – фруктового направления с выраженным растительными тонами; A-36-3-5 – фруктовый с цветочными и прямыми оттенками.

Отметим, что по содержанию альдегидов (43-48 мг/дм³) и сложных эфиров (46-51 мг/дм³) образцы сброшенного сусла значимо не отличались – различия в аромате связаны как с наличием в их составе неучтенных ароматобразующих компонентов, так и с явлениями усиления (синергизма) или подавления отдельных оттенков.

Проведение второго этапа исследований отобранных изолятов дрожжей подтвердило их хорошие бродильные свойства на реальных винодельческих средах: изоляты A-36-3-5, A-36-3-1 и A-36-2-5 имели преимущество в сравнении с контрольной культурой дрожжей (Берегово 2-10) как по скорости забраживания (рис. 4), так и полноте утилизации сахаров – в опытных образцах виноматериалов содержание сахаров не превышало 4,9 г/дм³, в контрольных достигало 11 г/дм³.

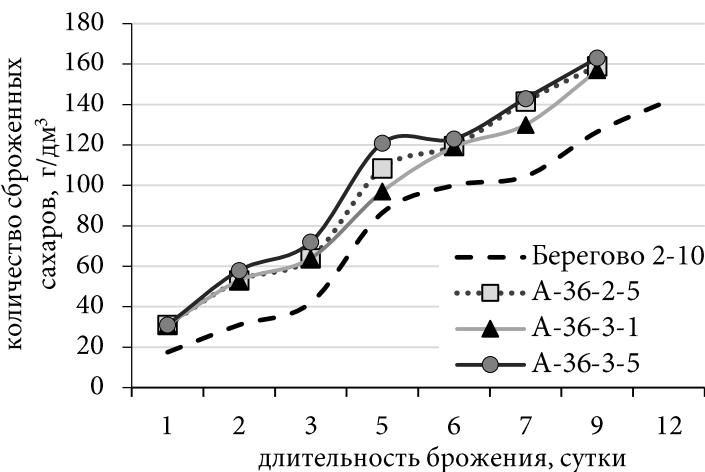


Рис. 4. Динамика брожения сусла на отобранных изолятах дрожжей

Fig. 4. Dynamics of must fermentation on selected yeast isolates

Оценивая влияние отобранных изолятов дрожжей на органолептические характеристики виноматериалов, отметим, что аромат виноматериалов, полученных с использованием изолятов A-36-3-1 и A-36-3-5, имел ту же направленность, что и сброшенное стерильное сусло – цветочный с фруктовыми оттенками и легкой дюшесной нотой (изолят A-36-3-1) и фруктовый с оттенками луговых трав (изолят A-36-3-5). Дегустационная оценка этих образцов в среднем составляла 7,75 балла. В случае изолята A-36-2-5 отмечено изменение направленности аромата с фруктового с растительными оттенками (стерильное сусло) в цветочно-травянистый с сенными оттенками (виноматериал): дегустационная оценка образцов виноматериалов в среднем составляла 7,71 балла.

Выводы

Таким образом, по совокупности результатов исследований технологических характеристик выделенных из природного консорциума изолятов *S. cerevisiae*, их влияния на формирование органолептических характеристик виноматериалов, наиболее перспективными для выработки вин из винограда сорта Алиготе являются изоляты A-36-3-1, A-36-3-5 и A-36-2-5, которые способствуют усилению сортового аромата и гармоничного вкуса. Выявленные взаимосвязи интенсивности оттенков аромата с компонентами ароматобразующего комплекса позволяют рассматривать эфиро- и альдегидобразующую способность дрожжей как возможные критерии отбора изолятов для производства вин с разным сенсорным направлением аромата.

Дальнейшие исследования будут направлены на оптимизацию условий и параметров биотехнологического этапа производства вин из винограда сорта Алиготе, способствующую усилению и сохранению их сортовых особенностей.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNZM-2024-0001.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FNZM-2024-0001.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

- Alexandre H. Wine yeast terroir: separating the wheat from the chaff-for an open debate. *Microorganisms*. 2020;8(5):787. DOI 10.3390/microorganisms8050787.
- Liu D., Zhang P., Chen D., Howell K. From the vineyard to the winery: how microbial ecology drives regional distinctiveness of wine. *Front Microbiol*. 2019;10:2679. DOI 10.3389/fmicb.2019.02679.
- Morrison-Whittle P., Goddard M. R. From vineyard to winery: a source map of microbial diversity driving wine fermentation. *Environ. Microbiol.* 2018;20:75-84. DOI 10.1111/1462-2920.13960.
- Carrau F., Boido E., Ramey D. Yeasts for low input winemaking: microbial terroir and flavor differentiation. *Adv. Appl. Microbiol.* 2020;111:89-121. DOI 10.1016/bs.aambs.2020.02.001.
- Zhang X.K., Liu P.T., Zheng X.W., Li Z.F., Sun J.P., Fan J.S., Ye D.Q., Li D.M., Wang H.Q., Yu Q.Q., Ding Z.Y. The role of indigenous yeasts in shaping the chemical and sensory profiles of wine: effects of different strains and varieties. *Molecules*. 2024;29(17):4279. DOI 10.3390/molecules29174279.
- Börlin M., Miot-Sertier C., Vinsonneau E., Becquet S., Salin F., Bely M., Masneuf-Pomarède I. The “pied de cuve” as an alternative way to manage indigenous fermentation: impact on the fermentative process and *Saccharomyces cerevisiae* diversity. *OENO One*. 2020;54(3):335-342. DOI 10.20870/oeno-one.2020.54.3.3105.
- Álvarez-Barragán J., Mallard J., Ballester J., David V., Vichi S., Tourdot-Maréchal R., Alexandre H., Roullier-Gall Ch. Influence of spontaneous, “pied de cuve” and commercial dry yeast fermentation strategies on wine molecular composition and sensory properties. *Food Research International*. 2023;174(2):113648. DOI 10.1016/j.foodres.2023.113648.
- Mendes S., Arcari S.G., Werner S.S., Valente P., Ramirez-Castrillon M. Wild *Saccharomyces* produced differential aromas of fermented Sauvignon Blanc. *Must Fermentation*. 2022;8:177. DOI 10.3390/fermentation8040177.
- Ayogu P., Martins V., Gerós H. Grape berry native yeast microbiota: advancing trends in the development of sustainable vineyard pathogen biocontrol strategies. *OENO One*. 2024;58(1). DOI 10.20870/oeno-one.2024.58.1.7678.
- Lai Y.-T., Hsieh Ch.-W., Lo Y.-Ch., Liou B.-K., Lin H.-W., Hou Ch.-Y., Cheng K.-Ch. Isolation and identification of aroma-producing non-*Saccharomyces* yeast strains and the enological characteristic comparison in wine making. *LWT*. 2022;154:112653. DOI 10.1016/j.lwt.2021.112653.
- Ut C., Berbegal C., Lizama V., Polo L., García M.J., Andrés L., Pardo I., Álvarez I. Isolation and characterisation of autochthonous *Saccharomyces cerevisiae* from ‘Pago’ Merlot wines of Utiel-Requena (Spain) origin. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2022;28:330-346. DOI 10.1111/ajgw.12536.

12. Шаламитский М.Ю., Червяк С.Н., Танащук Т.Н., Черноусова И.В., Загоруйко В.И., Иванова Е.В. Селекция новых штаммов дрожжей для производства белых сухих виноматериалов. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(4):376-380. DOI 10.34919/IM.2022.35.66.011.
Shalamitskiy M.Yu., Cherviak S.N., Tanashchuk T.N., Chernousova I.V., Zagoruiko V.I., Ivanova E.V. Selection of new yeast strains for the production of dry white base wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(4):376-380 (in Russian).
13. Методы технохимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В. Г. – Симферополь: Таврида, 2009:1-303.
Methods of technochemical control in winemaking. Edited by Gerzhikova V.G. Simferopol: Tavrida. 2009:1-303 (in Russian).
14. Валуйко Г.Г., Шольц-Куликов Е.П. Теория и практика дегустации вин. – Симферополь: Таврида, 2001:1-248.
Valouiko G.G., Scholz-Kulikov E.P. Theory and practice of wine tasting. Simferopol: Tavrida. 2001:1-248 (in Russian).
15. Виноградов Б.А., Загоруйко В.А., Остроухова Е.В., Гержикова В.Г. Об органолептической оценке вин. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2001;3:27-32.
Vinogradov B.A., Zagorouiko V.A., Ostroukhova E.V., Gerzhikova V.G. On sensory evaluation of wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2001;3:27-32 (in Russian).
16. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Луткова Н.Ю. Исследование сенсорных профилей белых столовых вин из винограда сорта Мускат белый. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015;4:44-46.
Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Lutkova N.Yu. A study of sensory profiles of table wine materials made from the grape
- ‘White Muscat’. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2015;4:44-46 (in Russian).
17. Skotniczny M., Satoria P., Pańczyszyn K., Cioch-Skoneczny M. Growth dynamics and diversity of yeasts during spontaneous plum mash fermentation of different varieties. Foods. 2020;9:1054. DOI 10.3390/foods9081054.
18. Bagheri B., Bauer F.F., Cardinali G., Setati M. E. Ecological interactions are a primary driver of population dynamics in wine yeast microbiota during fermentation. Sci Rep. 2020;10:4911. DOI 10.1038/s41598-020-61690-z.
19. Li J., Hu W.-Z., Xu Y.-P. Diversity and dynamics of yeasts during vidal blanc ice wine fermentation: a strategy of the combination of culture-dependent and high-throughput sequencing approaches. Front. Microbiol. 2019;10:1588. DOI 10.3389/fmicb.2019.01588.
20. Sweetman C., Sadras V.O., Hancock R.D., Soole K.L., Ford C.M. Metabolic effects of elevated temperature on organic acid degradation in ripening *Vitis vinifera* fruit. J. Exp. Bot. 2014;65(20):5975-88. DOI 10.1093/jxb/eru343.
21. Каталог ООО «Инкерманский завод марочных вин». Алиготе. URL: <https://inkerman.ru/catalog/kollektsiya-molodykh-vin/aligote/> (дата обращения 16.09.2025).
Catalog of Inkerman Vintage Wine Factory LLC. Aligote. Access mode: <https://inkerman.ru/catalog/kollektsiya-molodykh-vin/aligote/> (date of access: 16.09.2025) (in Russian).
22. Каталог АО ПАО «Массандра». «Алиготе» Авторское вино. Технологический лист. URL: <https://massandra.ru/catalog/vino-tikhoe/avtorskie/sukhoe-beloe-aligote-avtorskoe/> (дата обращения 16.09.2025)
Catalog of FSUE PJSC Massandra. Aligote. Signature Wine. Technological Sheet. Access mode: <https://massandra.ru/catalog/vino-tikhoe/avtorskie/sukhoe-beloe-aligote-avtorskoe/> (date of access: 16.09.2025) (in Russian).

Информация об авторах

Ирина Валериевна Пескова, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр. лаборатории тихих вин; е-майл: yarinka-73@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5107-518X>;

Елена Викторовна Остроухова, д-р техн. наук, ст. науч. сотр., гл. науч. сотр. лаборатории тихих вин; е-майл: bioxim2012@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0638-9187>;

Мария Александровна Вьюгина, мл. науч. сотр. лаборатории тихих вин; е-майл: bioxim2012@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6146-2151>;

Мария Игоревна Сулейманова, вед. инж. лаборатории тихих вин; е-майл: bioxim2012@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0001-1535-7083>;

Ирина Константиновна Тампей, вед. инж. лаборатории тихих вин; е-майл: bioxim2012@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0008-6767-564X>;

Елена Владимировна Иванова, канд. техн. наук, вед. науч. сотр. лаборатории микробиологии; е-майл: lenochka_ivanova_58@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5989-6604>.

Information about the authors

Irina V. Peskova, Cand. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Leading Staff Scientist, Still Wines Laboratory; e-mail: yarinka-73@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5107-518X>;

Elena V. Ostroukhova, Dr. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Chief Staff Scientist, Still Wines Laboratory; e-mail: bioxim2012@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0638-9187>;

Mariya A. Vyugina, Junior Staff Scientist, Still Wines Laboratory; e-mail: bioxim2012@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6146-2151>;

Mariya I. Suleymanova, Leading Engineer, Still Wines Laboratory; e-mail: bioxim2012@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0001-1535-7083>;

Irina K. Tampei, Leading Engineer, Still Wines Laboratory; e-mail: bioxim2012@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0008-6767-564X>;

Elena V. Ivanova, Cand. Techn. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Microbiology; e-mail: lenochka_ivanova_58@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5989-6604>.

Статья поступила в редакцию 18.09.2025, одобрена после рецензии 10.10.2025, принята к публикации 19.11.2025.