

УДК 663.252.4: 576.343

UDC 663.252.4: 576.343

DOI 10.30679/2219-5335-2021-5-71-326-341

DOI 10.30679/2219-5335-2021-5-71-326-341

**СОЗДАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ
АВТОХТОННЫХ ШТАММОВ
ВИННЫХ ДРОЖЖЕЙ***

**CREATION OF A COLLECTION
OF AUTOCHTHONOUS STRAINS
OF WINE YEAST***

Супрун Иван Иванович
канд. биол. наук
руководитель ФНЦ
«Селекции и питомниководства»
e-mail: supruni@mail.ru

Suprun Ivan Ivanovich
Cand. Biol. Sci.
Head of Breeding
and Nursery FSC
e-mail: supruni@mail.ru

Лободина Елена Вадимовна
младший научный сотрудник
селекционно-биотехнологической
лаборатории
e-mail: alyona2255@yandex.ru

Lobodina Elena Vadimovna
Junior Research Associate
of Breeding and Biotechnology
Laboratory
e-mail: alyona2255@yandex.ru

Агеева Наталья Михайловна
д-р техн. наук, профессор
главный научный сотрудник
лаборатории виноделия
e-mail: ageyeva@inbox.ru

Ageyeva Natalia Mikhailovna
Dr. Sci. Tech., Professor
Chief Research Associate
of Wine-making Laboratory
e-mail: ageyeva@inbox.ru

Аль-Накиб Екатерина Аделевна
младший научный сотрудник
селекционно-биотехнологической
лаборатории
e-mail: ealnakib@mail.ru

Al-Nakib Ekaterina Adelevna
Junior Research Associate
of Breeding and Biotechnology
Laboratory
e-mail: ealnakib@mail.ru

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

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

Современная винодельческая
промышленность для производства вин
применяет импортные культуры активных
сухих дрожжей, зачастую нуждающиеся

The modern wine industry
for the production of wines uses
imported cultures of active dry yeast,
which often require adaptation to local

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-316-90049

* This research was carried out with financial support of the Russian Foundation for Basic Research within the framework of the scientific project № 20-316-90049

в адаптации к местным условиям производства. Согласно многочисленным данным лучшие вина можно производить только с применением местным штаммов дрожжей, адаптированных к условиям конкретной местности и химическому составу ягод, в частности, кислотности сока, величины pH, в связи с чем брожение сула протекает активнее, а получаемый продукт имеет более высокое качество. На данный момент существует целый ряд примеров успешного выполнения проектов по поиску перспективных коммерческих штаммов винных дрожжей среди диких популяций для получения вина терруарного типа с высокими вкусовыми характеристиками. В работе представлена морфолого-культуральная оценка штаммов дрожжей, изолированных на 17 сортах винограда в 6 точках отбора (АФ «Южная», фермерские хозяйства, частное подворье) Краснодарского края. Всего изолировано 510 монокультур дрожжей. Проведены элективный тест и ITS анализ части штаммов. Согласно морфологической оценке дрожжевых изолятов, клетки дрожжей сахаромицетов имели округлую, овальную или округлояйцевидную формы. Клетки дрожжей несакхаромицетов имели эллиптическую, лимоннообразную, палочковидную формы. Установлено, что доля сахаромицетов изменялась в зависимости от сорта винограда и места его произрастания. Выделены образцы, в которых сахаромицеты не обнаружены. Рестрикционный анализ дрожжевых изолятов рода *Saccharomyces* провели для 153 штаммов, изолированных в пос. Таманский, АФ «Южная»: Каберне-Совиньон, Красностоп Анапский, Первенец Магарача, Цвайгельт; и г. Новороссийск «Усадьба Семигорье»: Совиньон Блан, Кристалл, Каберне Фран. Обнаружено, что все исследуемые образцы рода *Saccharomyces* относятся к виду *S. cerevisiae* / *S. paradoxus*.

production conditions. According to numerous data, the best wines can be produced only with the use of local yeast strains, adapted to the conditions of a particular locality and the chemical composition of berries, in particular, the acidity of the juice, the pH value, in connection with which the fermentation of the must proceeds more actively, and the resulting product has a higher quality. At the moment, there are a number of examples of successful implementation of projects to search for promising commercial strains of wine yeast among wild populations to obtain terroir-type wines with high taste characteristics. The work presents a morphological and cultural assessment of yeast strains isolated on 17 grape varieties at 6 points of selection (AF «Yuzhnaya», farms, private farmstead) of Krasnodar region. A total of 510 yeast monocultures were isolated. An elective test and ITS analysis of some of the strains were carried out. According to the morphological assessment of yeast isolates, the cells of the *Saccharomyces* yeast were round, oval, or oval-shaped. The cells of the yeast of non-saccharomyces were elliptical, lemon-shaped, rod-shaped. It was found that the proportion of saccharomycetes varied depending on the grape variety and the place of its growth. Samples in which *Saccharomyces* were not found were identified. Restriction analysis of yeast isolates of the genus *Saccharomyces* was carried out for 153 strains isolated in the village Tamanskiy, AF «Yuzhnaya»: Cabernet Sauvignon, Krasnostop Anapskiy, Pervenets Magaracha, Zweigelt; and in Novorossiysk, «Usad'ba Semigorye»: Sauvignon Blanc, Kristall, Cabernet Fran. It was found that all studied samples of the genus *Saccharomyces* belong to the species *S. cerevisiae* / *S. paradoxus*.

Ключевые слова: ДРОЖЖИ, САХАРОМИЦЕТЫ, НЕСАХАРОМИЦЕТЫ, СБРАЖИВАНИЕ, МОРФОТИП, ЭЛЕКТИВНЫЙ ТЕСТ, ПЦР АНАЛИЗ, РЕСТРИКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ

Key words: YEAST, SACCHAROMYCES, NON-SACCHAROMYCES, FERMENTATION, MORPHOTYPE, ELECTIVE TEST, PCR ANALYSIS, RESTRICTION ANALYSIS

Введение. Вопрос изучения биологического разнообразия хозяйственно значимых видов растений, животных, микроорганизмов и мобилизации их биоресурсных коллекций обладает высоким уровнем актуальности в решении задач сельскохозяйственного производства. Это обусловлено необходимостью повышения эффективности использования биологических ресурсов и обеспечения устойчивого производства сельскохозяйственной продукции за счет создания и внедрения новых сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов, обладающих комплексом характеристик, отвечающих требованиям конкретной отрасли или технологии производства, в которой они используются.

Немаловажно и то, что комплексное изучение биоразнообразия позволяет существенно расширять спектр исследований, направленных на изучение популяционно-генетических и филогенетических аспектов и выяснение микроэволюционных путей формирования разнообразия на уровне род/вид/подвид, что в свою очередь служит основой для последующего выполнения исследований, направленных на выявление генетических детерминант, контролирующих хозяйственно ценные признаки.

Современное виноделие в решении задачи по получению высококачественной продукции предполагает использование комплекса высокотехнологических процессов, позволяющих реализовать потенциал сорта в винома-териале [1, 2]. При этом, в качестве элементов, формирующих качественные и органолептические характеристики вин можно выделить следующие: комплекс технологических процессов производства, сорт винограда, терруар, штаммы микроорганизмов (дрожжи, бактерии), используемые при производстве вина [3-5].

Использование отселектированных штаммов дрожжей имеет очевидное преимущество перед спонтанным сбраживанием, поэтому вопрос поиска и создания новых штаммов, обладающих заданными характеристиками, является актуальным для решения задач винодельческой отрасли. Необходимо отметить, что применение таких штаммов позволяет не только получать стабильные результаты и качественные виноматериалы, но, что немаловажно, может усиливать сортовые качества используемых сортов винограда, придавать уникальные органолептические характеристики вину.

В связи с этим, исследования по поиску новых, перспективных штаммов дрожжей для виноделия и созданию их коллекций являются актуальными. В отечественной научно-исследовательской практике наиболее крупным примером является коллекция дрожжей НИИ Магарач, работы по созданию которой начались еще в конце 19-го века. Штаммы были отобраны в результате комплексной оценки по винодельческим и биологическим характеристикам в процессе формирования коллекции в различных виноградарско-винодельческих регионах России, Молдавии, Украины, Грузии, Азербайджана, Армении и некоторых Среднеазиатских республик. По данным С.А. Кишковской с соавторами [6], коллекция насчитывает около 700 штаммов рода *Saccharomyces*. Тот факт, что штаммы этой коллекции охарактеризованы по комплексу технологических характеристик, позволяет говорить о высокой ценности этой коллекции как источника новых штаммов для решения задач современного промышленного виноделия.

Исследования по изучению естественных популяций дрожжей проводятся в Дагестане. Показано разнообразие морфофизиологических свойств дрожжей, обитающих в условиях различной вертикальной поясности, выявлены особенности распространённости различных родов дрожжей в зависимости от эколого-географического фактора [7, 8].

В мировой научной практике поиском новых штаммов дрожжей, изучением их генетического разнообразия, технологических свойств и форми-

рованием коллекций занимаются специалисты во многих профильных научных центрах, а результаты их работ опубликованы в высокорейтинговых международных научных изданиях. Так, в комплексном исследовании группой ученых из Бразилии проводилась работа, включающая отбор штаммов на виноградных насаждениях сорта винограда Мерло в регионе Vale dos Vinhedos на юге страны, их последующую видовую идентификацию и отбор штаммов *Saccharomyces cerevisiae*, оценку по технологически важным характеристикам, включая активность брожения и устойчивость к диоксиду серы, а также анализ генетической структуры популяций на основе анализа митохондриального генома. По результатам работы была сформирована выборка наиболее перспективных для виноделия штаммов и определены их генетические взаимосвязи [9].

При изучении генетической структуры местных популяций *S. cerevisiae* в области Cinque Terre на Севере Италии и оценке их винодельческих характеристик было отобрано 39 штаммов из 132. Отобранные штаммы были определены как наиболее перспективные для дальнейшей работы. Анализ генетической структуры отобранных популяций позволил сделать вывод о высокой генетической гетерогенности местных популяций винных дрожжей [10].

В качестве еще одного наглядного примера применения комплексного подхода для исследования местных популяций *Saccharomyces cerevisiae* с использованием методов микробиологии, генетики, биохимии и технологической оценки вин можно привести работу группы исследователей из Италии. В ходе работы штаммы *S. cerevisiae*, отобранные на виноградниках региона Апулия, на первом этапе оценивались по комплексу винодельческих характеристик: устойчивость к этанолу и уровень его синтеза в процессе брожения, устойчивость к диоксиду серы, интенсивность брожения, уровень синтеза сероводорода, киллерная активность. На втором этапе для штаммов оценивали

качество виноматериалов, получаемых с использованием отобранных штаммов. В результате была создана охарактеризованная по технологическим характеристикам коллекция из 164 штаммов, для которой было выполнено исследование генетической структуры и генетических взаимосвязей штаммов на основе интердельта анализа [11].

В большинстве исследований, направленных на поиск новых автохтонных штаммов, их классификацию по комплексу технологических характеристик и создание коллекций штаммов, важное место занимает выявление генетических взаимосвязей выделенных штаммов и анализ генетической структуры на основе молекулярно-генетических методов.

В мировой научной печати представлен широкий перечень исследований, направленных на анализ генетического разнообразия местных популяций как с оценкой технологических характеристик, так и без нее [12-16], что подтверждает высокий уровень актуальности этого направления исследований. Анализ генетического разнообразия автохтонных дрожжей позволяет не только оценить гетерогенность изучаемых местных популяций и генетические взаимосвязи популяций из разных субрегионов, но также выявить влияние различных факторов на дрожжевые ценозы: агротехнические и погодноклиматические условия, сорт винограда, наличие виноделен поблизости и занос на виноградники штаммов из состава коммерческих дрожжевых препаратов, используемых в производстве.

С учетом того, что Краснодарский край является одним из лидеров по виноделию в Российской Федерации, а также в связи с интенсивным развитием отечественной винодельческой отрасли, повышается актуальность вопроса использования штаммов винных дрожжей, позволяющих получать высококачественные виноматериалы с уникальными характеристиками.

Одним из эффективных путей решения данной задачи является поиск и выделение по комплексу винодельческих характеристик штаммов сахаро-

мицетов в естественных условиях (на виноградных насаждениях) и их последующее использование непосредственно в этих районах виноделия. При этом вовлечение в исследования современных генетических методов позволяет повысить их эффективность в части видовой идентификации штаммов.

В этой связи нами поставлена задача создания охарактеризованной по таксономической принадлежности, культурально-морфологическим и технологическим характеристикам коллекции штаммов винных дрожжей, отобранных на виноградниках Краснодарского края, а также выполнение анализа генетических взаимосвязей штаммов, выделенных в разных регионах виноградарства Краснодарского края, исследование уровня генетического разнообразия автохтонной генплазмы рода *Saccharomyces* с использованием молекулярно-генетических методов анализа.

Объекты и методы исследований. Пробы винограда отбирали на виноградниках Краснодарского края в 2020 г. в шести локациях (рис. 1). минимум по 2 сорта винограда (белый и красный).

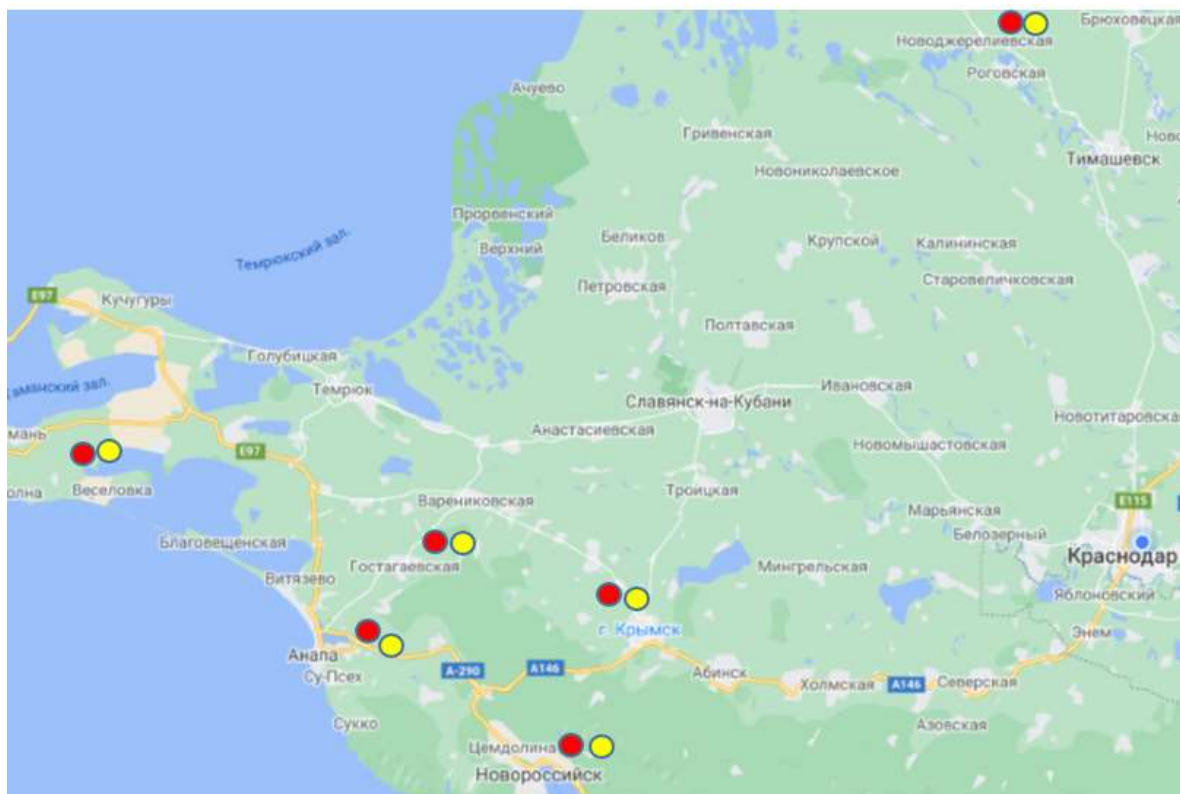


Рис. 1. Карта отбора проб винограда

Объекты исследования: монокультуры дрожжей, выделенные с поверхности ягод винограда сортов:

- 1) Буковинка, Каберне-Совиньон – ст. Гостагаевская «Винная Деревня»;
- 2) Кристалл, Каберне Фран – г. Новороссийск «Усадьба Семигорья»;
- 3) Первенец Магарача, Красностоп Анапский, Каберне Совиньон – пос. Таманский, АФ «Южная»;
- 4) Шардоне, Достойный – АЗОСВиВ;
- 5) Пти Мансан, Каберне Фран – с. Молдованское «Долина Лефкадия»;
- 6) Плевен, Молдова, Изабелла – ст. Новоджерелиевская.

Отбор образцов осуществляли в сухую погоду в период технической спелости ягод винограда. Пробы винограда (грозди) массой около 2 кг помещали в стерильные пакеты и транспортировали в лабораторию. Далее в асептических условиях виноград измельчали и полученное отфильтрованное сусло помещали в стерильную посуду с ватно-марлевой пробкой и сбраживали при температуре 23-25 °С. При сбраживании сахара 70 г/дм³ производили посев в чашки Петри на твердую питательную среду следующего состава: дрожжевой экстракт – 1 % w/v, пептон – 2 % w/v, глюкоза – 2 % w/v, агар-агар – 2 % w/v. Из выросших на плотной среде колоний отбирали чистые культуры (рис. 2).

Оценку морфолого-культуральных свойств проводили спустя месяц после посева монокультур (Микроскоп Olympus, Япония) согласно рекомендациям [17, 18]. Из каждого образца бродящего сусла, случайным образом отсевали по 30 колоний. Культуральные особенности дрожжевых изолятов оценивали спустя месяц после посева монокультуры. Описывали форму, диаметр, гладкость или шероховатость поверхности изолята, край, толщину, наличие перегородок на поверхности штамма.

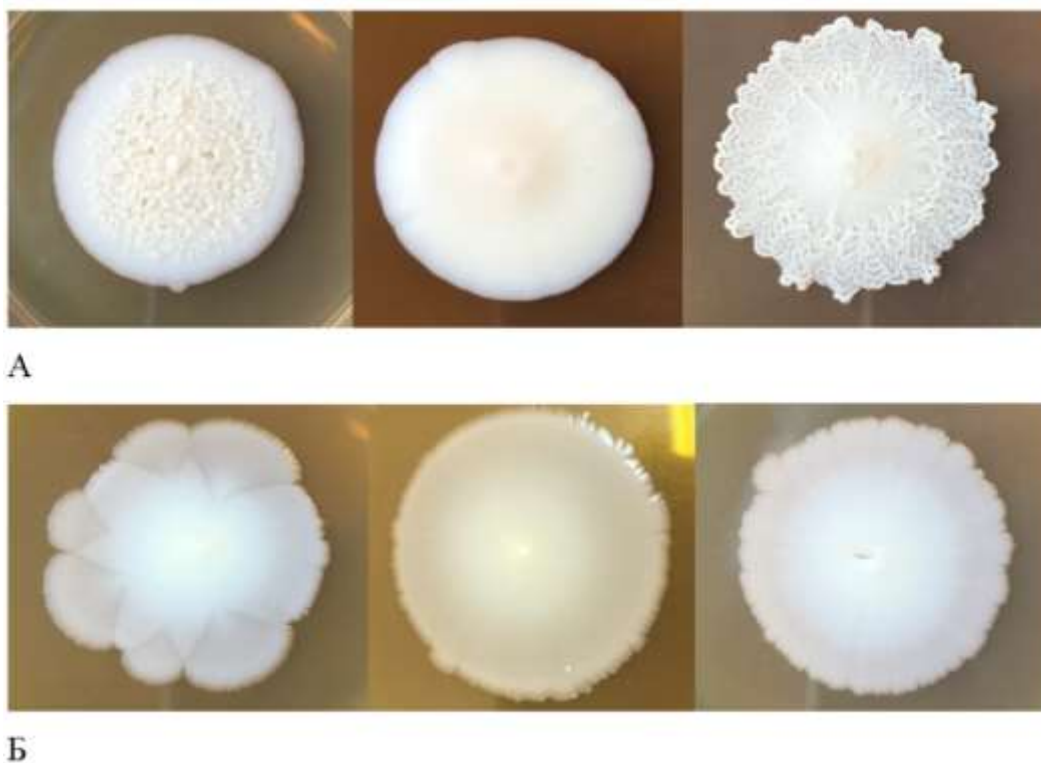


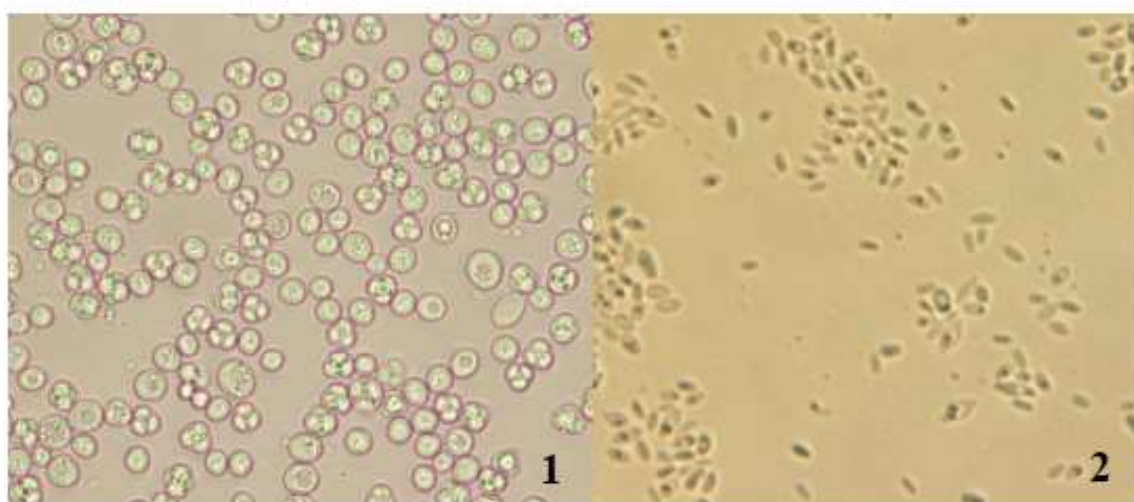
Рис. 2. Основные морфотипы дрожжевых колоний рода *Saccharomyces* (А) и *non-Saccharomyces* (Б)

Элективный тест проводили с использованием среды Lysine Medium Base (Himedia, Индия). Изоляты, не способные расти на элективной среде, относили к роду *Saccharomyces*. Экстракцию ДНК, условия проведения ПЦР и гель-электрофореза выполняли согласно рекомендациям [19]. Для идентификации видовой принадлежности использовали праймеры rITS 1/ rITS 4 (Syntol) и эндонуклеазу рестрикции HaeIII (SibEnzyme) [20].

Обсуждение результатов. Как правило, дрожжи, относящиеся к роду *Saccharomyces*, имели колонии правильной формы, диаметром 2,5-3,1 см, бугорчатые, плотные без просветов, с ровным или волнистым краем, с гладкой или волнистой шероховатой поверхностью. Дрожжи несакхаромицеты, в свою очередь, имели колонии правильной и неправильной формы с ровным или волнистым краем, диаметром 2,8-3,5 см, тонкие, без бугорков, ровные или с многочисленными перегородками на поверхности

изолята. Исследование дрожжевых изолятов позволило выделить 23 морфотипа рода *Saccharomyces* и 8 *non-Saccharomyces* (см. рис. 2).

Согласно морфологической оценке дрожжевых изолятов, клетки дрожжей сахаромецетов имели округлую, овальную или округлояйцевидную форму (по 1-4 споры в аске, реже до 8) с вегетативным размножением почкованием. Клетки дрожжей несакхаромецетов имели эллиптическую, лимonoобразную, палочковидную формы (рис. 3).



Примечание: клетки дрожжевых изолятов: 1 – *Saccharomyces*; 2 – *non-Saccharomyces*

Рис. 3. Морфологические особенности клеток дрожжевых изолятов

Определение родовой принадлежности штаммов с помощью элективного теста (рис. 4) соответствовало предварительной родовой идентификации сахаромецетов на основе морфолого-культуральных особенностей изолятов.

Известно, что в зависимости от вида дрожжей колонии могут иметь разнообразную форму: округлую, с перегородками и без них, лучевую или перистую, с образованием четко выраженного внутреннего кольца, при этом вид колонии может быть блестящим и матовым, сухим и влажным, гладким и морщинистым, с гладкими или деформированными краями. Кроме того, часть колоний может иметь и особую, ни с чем не сравнимую форму [21].

В своих исследованиях мы отметили высокую гетерогенность изолированных штаммов. Количество морфотипов дрожжевых изолятов на сортах варьировало (табл. 1).



Рис. 4. Элективный тест дрожжевых изолятов

Таблица 1 – Родовая идентификация и оценка морфотипов дрожжевых колоний

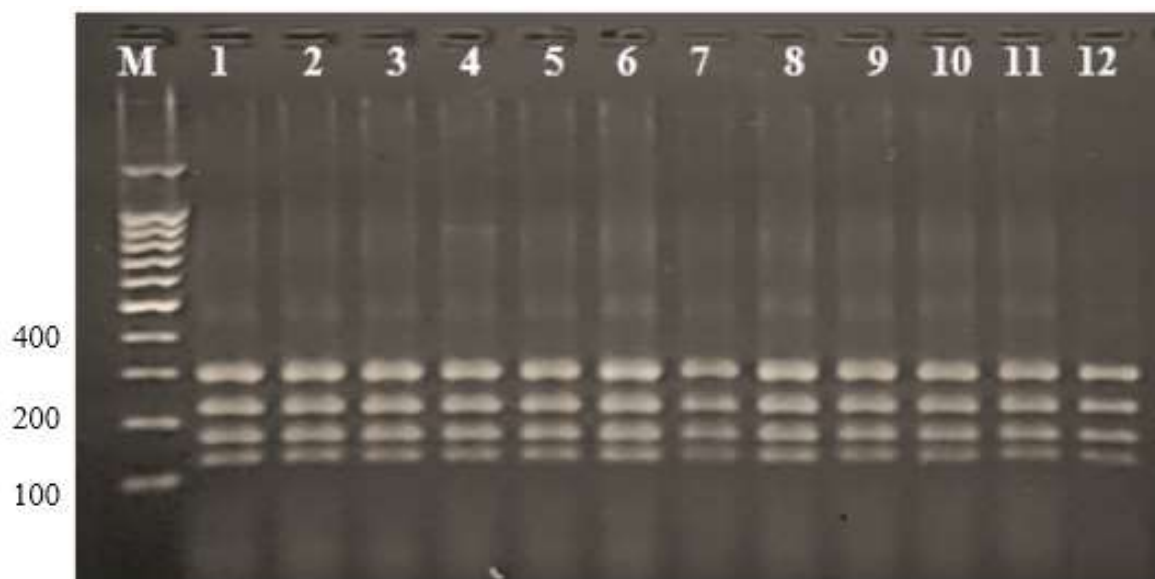
Место отбора образцов	Сорт	Кол-во выделенных штаммов, шт.	Кол-во морфотипов	Доля сахаромикетов согласно элективному тесту, %
пос. Таманский АФ «Южная»	Каберне-Совиньон	30	8	30,0
	Красноstop Анапский	29	9	73,3
	Первенец Магарача	30	5	86,6
	Цвайгельт	28	4	52,6
г. Новороссийск «Усадьба Семигорье»	Совиньон Блан	29	5	100,0
	Кристалл	28	6	83,3
	Каберне Фран	30	3	100,0
ст. Гостагаевская «Винная деревня»	Буковинка	30	4	6,7
	Каберне-Совиньон	28	6	76,7
	Мерло	29	2	100,0
ст. Новоджерелиевская	Плевен	28	4	3,6
	Молдова	30	4	10,0
	Изабелла	27	2	0,0
с. Молдованское «Долина Лефкадия»	Пти Мансан	29	4	80,0
	Каберне Фран	30	3	0,0
АЗОСВиВ	Шардоне	29	3	100,0
	Достойный	28	3	100,0

Наибольшим разнообразием морфотипов обладали штаммы дрожжей, изолированные на сортах винограда Красностоп Анапский, Первенец Магарача (пос. Таманский АФ «Южная»), Кристалл (г. Новороссийск «Усадьба Семигорье»), Каберне Совиньон (ст. Гостагаевская «Винная деревня») – от 5 до 9 морфотипов.

Исследования родовой идентификации сахаромицетов с помощью элективного теста показали, что доля сахаромицетов у штаммов, изолированных на сортах Совиньон Блан, Каберне Фран (г. Новороссийск, «Усадьба Семигорье»), Мерло (ст. Гостагаевская, «Винная деревня»), Шардоне, Достойный (АЗОСВиВ) составила 100 %, с вариацией морфотипов от 5 до 2-х. На некоторых сортах сахаромицетов в выборках не обнаружено: Каберне Фран (с. Молдованское, «Долина Лефкадия»), Изабелла (ст. Новоджерелиевская).

Морфолого-культуральная оценка не позволяет точно определить видовую принадлежность штаммов ввиду того, что одни и те же штаммы могут иметь различные морфологические и культуральные признаки. Для точного определения необходимо проведение генетического анализа. Рестрикционный анализ дрожжевых изолятов рода *Saccharomyces* провели для 153 штаммов, изолированных в пос. Таманский, АФ «Южная»: Каберне Совиньон, Красностоп Анапский, Первенец Магарача, Цвайгельт; г. Новороссийск «Усадьба Семигорье»: Совиньон Блан, Кристалл, Каберне Фран (рис. 5).

Дрожжевые изоляты, выделенные в группу сахаромицетов, были протестированы для видовой идентификации. Получение продуктов ПЦР реакции в виде четырех рестриктазных фрагментов рДНК: 325 п.н., 230 п.н., 170 п.н., 125 п.н., характерно для видов *S. cerevisiae*/*S. paradoxus*. В результате тестирования обнаружено, что все исследуемые штаммы рода *Saccharomyces* относятся к видам *S. cerevisiae*/*S. paradoxus*



Примечание: М- маркер молекулярного веса, 1-12 штаммы дрожжей, изолированные на сорте Совиньон Блан

Рис. 5. Электрофоретическое разделение продуктов рестрикции (НаеIII)

Выводы. Проведена морфолого-культуральная оценка штаммов дрожжей, изолированных на 17 сортах винограда в 6 точках отбора (фермерские хозяйства, частное подворье) Краснодарского края. Всего изолировано 510 монокультур дрожжей.

Исследование дрожжевых изолятов позволило выделить 23 морфотипа рода *Saccharomyces* и 8 *non-Saccharomyces*.

Согласно морфологической оценке дрожжевых изолятов, клетки дрожжей сахаромисетов имели округлую, овальную или округлояйцевидную формы. Клетки дрожжей несакхаромисетов имели эллиптическую, лимonoобразную, палочковидную формы.

Исследования родовой идентификации сахаромисетов с помощью элективного теста показали, что доля сахаромисетов у образцов Совиньон Блан, Каберне Фран (г. Новороссийск, «Усадьба Семигорье»), Мерло (ст. Гостагаевская, «Винная деревня»), Шардоне, Достойный (АЗОСВиВ) составила 100 %, с вариацией морфотипов от 5 до 2-х. Выявлены образцы винограда, в выборке которых сахаромисетов не обнаружено: Каберне Фран (с. Молдованское, «Долина Лефкадия»), Изабелла (ст. Новоджерелиевская).

Рестрикционный анализ провели для образцов, изолированных в пос. Таманский, АФ «Южная»: Каберне Совиньон, Красностоп Анапский, Первенец Магарача, Цвайгельт; и г. Новороссийск «Усадьба Семигорье»: Совиньон Блан, Кристалл, Каберне Фран. Обнаружено, что все исследуемые образцы рода *Saccharomyces* относятся к виду *S. cerevisiae*/*S. paradoxus*.

Литература

1. Создание винодельческой продукции прогнозируемого качества / Н.М. Агеева [и др.] // Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ РАСХН. Т. 12. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2017. С. 183-188.
2. Агеева Н.М., Маркосов, Р.А. Неборский, Гублия Р.В. Теоретические подходы к созданию новых технологий красных вин // Виноделие и виноградарство. 2009. № 2. С. 5-7.
3. Агеева Н.М., Прах А.В., Насонов А.И., Супрун И.И. Влияние дрожжей спонтанной микрофлоры винограда на качество белых и красных столовых вин // Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ РАСХН. Т. 13. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2017. С. 130-134.
4. Гонтарева Е.Н., Агеева Н.М., Гугучкина Т.И. Современные технологические приемы винификации красных вин [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2015. № 34(4). С. 86-102. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/15/04/08.pdf>. (дата обращения: 09.09.2021).
5. Танащук Т.Н., Шаламитский М.Ю., Ермихина М.А., Михеева Л.А. Скрининг природных изолятов дрожжей рода *Saccharomyces* для производства столовых винома-териалов // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». Том XLV. Ялта, 2018. С. 48-51.
6. Кишковская С.А., Танащук Т.Н., Иванова Е.В., Скорикова, Т.К. Коллекция микроорганизмов виноделия института «Магарач» и ее роль в микробиологическом обеспечении отрасли // Виноградарство и виноделие. 2016. № 46. С. 46-51.
7. Абдуллабекова Д.А., Магомедова Е.С. Экобиотехнологический аспект исследования дрожжей в природных условиях Дагестана // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12. № 1(3). С. 632-634.
8. Магомедова Е. С., Абдуллабекова Д. А., Абрамов Ш. А. Разнообразие и морфофизиологические свойства дрожжей, обитающих в условиях различной вертикальной поясности // Юг России: экология, развитие. 2009. Т. 4. № 1. С. 86-89. DOI: [10.18470/1992-1098-2009-1-99-102](https://doi.org/10.18470/1992-1098-2009-1-99-102).
9. Crosato G., Carlot M., De Iseppi A. et. all. Genetic variability and physiological traits of *Saccharomyces cerevisiae* strains isolated from «Vale dos Vinhedos» vineyards reflect agricultural practices and history of this Brazilian wet subtropical area // World Journal of Microbiology and Biotechnology. 2018. № 34. doi.org/10.1007/s11274-018-2490-z.
10. Capece A., Romaniello R., Siesto G., Romano P. Diversity of *Saccharomyces cerevisiae* yeasts associated to spontaneously fermenting grapes from an Italian «heroic vine-growing area» // Food Microbiology. 2012. № 31. P. 159-166. DOI: [10.1016/j.fm.2012.03.010](https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.03.010).
11. Garofalo C., Berbegala C., Griecoc F. et. all. Selection of indigenous yeast strains for the production of sparkling wines from native Apulian grape varieties // International Journal of Food Microbiology. 2018. № 285. P. 7-17. DOI: [10.1016/j.ijfoodmicro.2018.07.004](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.07.004).
12. Mercado L., Sturm M. E., Rojo M. Biodiversity of *Saccharomyces cerevisiae* populations in Malbec vineyards from the «Zona Alta del Río Mendoza» region in Argentina // International Journal of Food Microbiology. 2011. № 151. P. 319-326. DOI: [10.1016/j.ijfoodmicro.2011.09.026](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.09.026);

13. Orlic' S., Vojvoda T., Huic' -Babic K. et. all. Diversity and oenological characterization of indigenous *Saccharomyces cerevisiae* associated with Z' ilavka grapes // World Journal of Microbiology Biotechnology. 2010. №26. P. 1483-1489. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.09.026.
14. Schuller D., Cardoso F., Sousa S., et al. Genetic Diversity and Population Structure of *Saccharomyces cerevisiae* Strains Isolated from Different Grape Varieties and Winemaking Regions // PLoS ONE. 2012. № 7(2). e32507. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032507>.
15. Blanco P., Ramilo A., Cerdeira M., Orriols I. Genetic diversity of wine *Saccharomyces cerevisiae* strains in an experimental winery from Galicia (NW Spain) // Antonie van Leeuwenhoek. 2006. № 89. P. 351–357. DOI: 10.1007/s10482-005-9038-6.
16. Verspohl A., Solieri L., Giudici P. Exploration of genetic and phenotypic diversity within *Saccharomyces uvarum* for driving strain improvement in winemaking // Appl Microbiol Biotechnol. 2017. № 101. P. 2507–2521. DOI: 10.1007/s00253-016-8008-4.
17. Бурьян Н.И. Микробиология виноделия. Симферополь: Таврида, 2002. 433 с.
18. Квасников Е.И., Щелокова И.Ф. Дрожжи. К.: Наукова думка, 1991. 320 с.
19. Granchi L., Bosco M., Messini A., Vincenzini M. Rapid detection and quantification of yeast species during spontaneous wine fermentation by PCR-RFLP analysis of the rDNA ITS region // Journal of Applied Microbiology. 1999. № 87. P. 949-956. DOI: 10.1046/j.1365-2672.1999.00600.x.
20. Šuranská H., Vránová D., Omelková J., Vadkertiová R. Monitoring of yeast population isolated during spontaneous fermentation of Moravian wine // Chemical Papers. 2012. №66 (9). P. 861-868. DOI: 10.2478/s11696-012-0198-3
21. Агеева Н.М., Насонов А.И., Прах А.В., Супрун И.И., Сосюра Е.А. Исследование состава микрофлоры винограда с целью идентификации природных популяций *Saccharomyces Cerevisiae* // Вестник АПК Ставрополья. 2017. № 1 (25). С. 115-119.

References

1. Sozdanie vinodel'cheskoj produkcii prognoziruemogo kachestva / N.M. Ageeva [i dr.] // Nauchnye trudy GNU SKZNIISiV RASHN. T. 12. Krasnodar: SKZ-NIISiV, 2017. S. 183-188.
2. Ageeva N.M., Markosov, R.A. Neborskij, Gubliya R.V. Teoreticheskie podhody k sozdaniyu novyh tekhnologij krasnyh vin // Vinodelie i vinogradarstvo. 2009. № 2. S. 5-7.
3. Ageeva N.M., Prah A.V., Nasonov A.I., Suprun I.I. Vliyanie drozhzhej spontannoj mikroflory vinograda na kachestvo belyh i krasnyh stolovyh vin // Nauchnye trudy GNU SKZNIISiV RASHN. T. 13. Krasnodar: SKZNIISiV, 2017. S. 130-134.
4. Gontareva E.N., Ageeva N.M., Guguchkina T.I. Sovremennye tekhnologicheskie priemy vinifikacii krasnyh vin [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2015. № 34(4). S. 86-102. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/15/04/08.pdf>. (data obrashcheniya: 09.09.2021).
5. Tanashchuk T.N., Shalamitskij M.Yu., Ermihina M.A., Miheeva L.A. Skrining prirodnyh izolyatov drozhzhej roda *Saccharomyces* dlya proizvodstva stolovyh vinomaterialov // Vinogradarstvo i vinodelie: Sb. nauch. tr. FGBUN «VNNIIViV «Magarach» RAN». T. XLV. Yalta, 2018. S. 48-51.
6. Kishkovskaya S.A., Tanashchuk T.N., Ivanova E.V., Skorikova, T.K. Kollekcija mikroorganizmov vinodeliya instituta «Magarach» i ee rol' v mikrobiologicheskom obespechenii otrasli // Vinogradarstvo i vinodelie. 2016. № 46. S. 46-51.
7. Abdullabekova D.A., Magomedova E.S. Ekobiotekhnologicheskij aspekt issledovaniya drozhzhej v prirodnyh usloviyah Dagestana // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2010. T. 12. № 1(3). S. 632-634.

8. Magomedova E. S., Abdullabekova D. A., Abramov Sh. A. Raznoobrazie i morfofiziologicheskie svojstva drozhzhej, obitayushchih v usloviyah razlichnoj vertikal'noj poyasnosti // *Yug Rossii: ekologiya, razvitie*. 2009. T. 4. № 1. S. 86-89. DOI: 10.18470/1992-1098-2009-1-99-102.
9. Crosato G., Carlot M., De Iseppi A. et. all. Genetic variability and physiological traits of *Saccharomyces cerevisiae* strains isolated from «Vale dos Vinhedos» vineyards reflect agricultural practices and history of this Brazilian wet subtropical area // *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2018. № 34. doi.org/10.1007/s11274-018-2490-z.
10. Capece A., Romaniello R., Siesto G., Romano P. Diversity of *Saccharomyces cerevisiae* yeasts associated to spontaneously fermenting grapes from an Italian «heroic vine-growing area» // *Food Microbiology*. 2012. № 31. P. 159-166. DOI: 10.1016/j.fm.2012.03.010.
11. Garofalo C., Berbegala C., Griecoc F. et. all. Selection of indigenous yeast strains for the production of sparkling wines from native Apulian grape varieties // *International Journal of Food Microbiology*. 2018. № 285. P. 7-17. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.07.004.
12. Mercado L., Sturm M. E., Rojo M. Biodiversity of *Saccharomyces cerevisiae* populations in Malbec vineyards from the «Zona Alta del Río Mendoza» region in Argentina // *International Journal of Food Microbiology*. 2011. № 151. P. 319-326. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.09.026;
13. Orlic' S., Vojvoda T., Huic'-Babic K. et. all. Diversity and oenological characterization of indigenous *Saccharomyces cerevisiae* associated with Z' ilavka grapes // *World Journal of Microbiology Biotechnology*. 2010. №26. P. 1483-1489. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.09.026.
14. Schuller D., Cardoso F., Sousa S., et al. Genetic Diversity and Population Structure of *Saccharomyces cerevisiae* Strains Isolated from Different Grape Varieties and Wine-making Regions // *PLoS ONE*. 2012. № 7(2). e32507. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032507>.
15. Blanco P., Ramilo A., Cerdeira M., Orriols I. Genetic diversity of wine *Saccharomyces cerevisiae* strains in an experimental winery from Galicia (NW Spain) // *Antonie van Leeuwenhoek*. 2006. № 89. P. 351–357. DOI: 10.1007/s10482-005-9038-6.
16. Verspohl A., Solieri L., Giudici P. Exploration of genetic and phenotypic diversity within *Saccharomyces uvarum* for driving strain improvement in winemaking // *Appl Microbiol Biotechnol*. 2017. № 101. P. 2507–2521. DOI: 10.1007/s00253-016-8008-4.
17. Bur'yan N.I. *Mikrobiologiya vinodeliya*. Simferopol': Tavrida, 2002. 433 s.
18. Kvasnikov E.I., Shchelokova I.F. *Drozhzhi*. K.: Naukova dumka, 1991. 320 s.
19. Granchi L., Bosco M., Messini A., Vincenzini M. Rapid detection and quantification of yeast species during spontaneous wine fermentation by PCR-RFLP analysis of the rDNA ITS region // *Journal of Applied Microbiology*. 1999. № 87. P. 949-956. DOI: 10.1046/j.1365-2672.1999.00600.x.
20. Šuranská H., Vránová D., Omelková J., Vadkertiová R. Monitoring of yeast population isolated during spontaneous fermentation of Moravian wine // *Chemical Papers*. 2012. №66 (9). P. 861-868. DOI: 10.2478/s11696-012-0198-3
21. Ageeva N.M., Nasonov A.I., Prah A.V., Suprun I.I., Sosyura E.A. Issledovanie sostava mikroflory vinograda s cel'yu identifikacii prirodnyh populyacij *Saccharomyces Cerevisiae* // *Vestnik APK Stavropol'ya*. 2017. № 1 (25). S. 115-119.