

# Оценка устойчивости дрожжей рода *Saccharomyces* к полифенолам и танину

Татьяна Константиновна Скорикова, канд. техн. наук, ст. науч. сотр. лаборатории микробиологии;

Татьяна Николаевна Танащук, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией микробиологии, magarach\_microbiol\_lab@mail.ru ; +79892405952

Елена Эвальдовна Травникова, аспирант

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», Россия, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31

В статье представлены результаты исследования устойчивости 20 промышленно ценных штаммов винных дрожжей из коллекции микроорганизмов виноделия «Магарач» (КМВ «Магарач») к полифенолам и танину. Выбор культур осуществляли на основании рекомендаций по их использованию в производстве виноматериалов из красных сортов винограда. Данная характеристика винных дрожжей важна при проведении работ по паспортизации коллекционных культур и позволяет оценить технологические риски, связанные с самопроизвольной остановкой брожения. При проведении исследований использовали методы и подходы, общепринятые в микробиологии виноделия. Оценка устойчивости штаммов дрожжей к фенольным веществам давали по результатам их роста (накоплению клеточной биомассы) на плотной питательной синтетической среде и разбавленном вине с разными концентрациями фенольных веществ. Анализ полученных данных показал, что исследованные штаммы дрожжей характеризуются разными скоростями роста клеток и разной устойчивостью к полифенолам и танину, наличие которых в среде как стимулировало так и ингибировало рост клеток в зависимости от штамма. Эффект влияния фенольных веществ на ростовую активность штаммов менялся в зависимости от вносимых в среду исследуемых препаратов и их концентрации в среде культивирования. Единой закономерности в отношении скорости размножения клеток и показателя устойчивости к фенольным веществам не установлено. Полифенолы и танины в количестве 2,5 г/дм<sup>3</sup> не ингибировали рост исследованных культур и для большинства штаммов эта концентрация являлась стимулирующим ростовым фактором. Снижение активности роста штаммов сильнее проявлялось при культивировании в средах с повышенным содержанием полифенолов, чем с повышенным содержанием танина. Исследование позволило уточнить рекомендации по применению коллекционных промышленно ценных штаммов винных дрожжей в производстве виноматериалов из красных сортов винограда. Устойчивыми к высоким концентрациям полифенолов (6,0 г/дм<sup>3</sup>) являются четыре штамма — 121, K<sub>10-11</sub>, 143, 300, к танину (7,5 г/дм<sup>3</sup>) десять штаммов — 3, 24, 25, 121, 124, 525, 527, 616, 640, K<sub>10-11</sub>.

**Ключевые слова:** винные дрожжи; полифенолы; танин; активность роста; показатель устойчивости; скорость роста; питательные среды.

## ORIGINAL ARTICLE

## Assessment of *Saccharomyces* yeast resistance to polyphenols and tannin

Tatiana Konstantinovna Skorikova, Tatiana Nikolaievna Tanashchuk, Elena Evaldovna Travnikova

Federal State Budget Scientific Institution All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of RAS, 31 Kirova Street, 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia

The article presents results of a study on resistance of 20 industrially valuable wine yeast strains from the collection of microorganisms for winemaking “Magarach” (CMW “Magarach”) to polyphenols and tannin. Culture selection was done based on recommendations on their use in the production of base wines from red grapes. Wine yeast profile is essential for certification of the collection cultures, and allows for an assessment of the technological risks associated with spontaneous fermentation halt. The research employed methods and approaches generally accepted in microbiology of winemaking. Assessment of the yeast strains resistance to phenolic substances was based on their growth performance (cellular biomass accumulation) on solid synthetic nutrient medium and diluted wine with varied concentrations of grape seed polyphenols and tannin. Data analysis demonstrated that the studied yeast strains had different cell growth rates and diverse resistance to polyphenols and tannin, the presence of which in the medium either stimulated or inhibited cell growth depending on the strain. The effect of phenolic substances on growth activity of strains varied depending on their composition and concentration in the culture medium. No consistent pattern was established as to cell multiplication rate and resistance to phenolic substances index. Polyphenols and tannins in the amount of 2.5 g/dm<sup>3</sup> did not inhibit growth of the studied cultures, and for most strains this concentration was a stimulating growth factor. Growth activity of strains was more suppressed when they were cultivated in a media with higher polyphenol content, as compared to higher tannin content. The study helped clarify recommendations for the use of collectible industrially valuable wine yeast strains in the production of base wines from red grapes. Four strains demonstrated resistance to high concentrations of polyphenols (6.0 g/dm<sup>3</sup>) - 121, K<sub>10-11</sub>, 143, 300, ten strains demonstrated resistance to tannin (7.5 g/dm<sup>3</sup>) - 3, 24, 25, 121, 124, 525, 527, 616, 640, K<sub>10-11</sub>.

**Key words:** wine yeasts; polyphenols; tannin; vigor; resistance index; growth rate; nutrient media.

### Как цитировать эту статью:

Скорикова Т.К., Танащук Т.Н., Травникова Е.Э. Оценка устойчивости дрожжей рода *Saccharomyces* к полифенолам и танину // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21 (2). С. 139-142. DOI 10.35547/IM.2019.21.2.012

### How to cite this article:

Skorikova T.K., Tanashchuk T.N., Travnikova E.E. Assessment of *Saccharomyces* yeast resistance to polyphenols and tannin // Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(2). – pp. 139-142. DOI 10.35547/IM.2019.21.2.012

УДК 663.252.41/.253.34:547.56/.98

Поступила 15.05.2019

Принята к публикации 16.05.2019

©Авторы, 2019

**В**ведение. Паспортизация промышленно ценных культур винных дрожжей, наряду с общепринятыми микробиологическими подходами, предполагает исследование их свойств, определяемых технологией получения вин определенного типа.

Приготовление виноматериалов из красных сортов винограда связано с проведением брожения на мезге, где особое внимание уделяется извлечению оптимальных количеств фенольных веществ. Благодаря содержанию фенольных веществ в сусле технических красных сортов винограда более 1 г/дм<sup>3</sup> [1], красные столовые и игристые вина характеризуются высокой биологической ценно-

стью [2-5]. Технологический запас фенольных веществ винограда колеблется в широких пределах и зависит от сорта, места произрастания винограда, климатических условий года урожая, агротехнических приемов обработки [6, 7]. Анализ литературных данных [1, 8-11] показал, что технологический запас фенольных веществ красных сортов винограда в основном варьирует в диапазоне (1,5 - 4,0) г/дм<sup>3</sup>. Для отдельных образцов винограда запас фенольных веществ отмечен на уровне 6900 г/дм<sup>3</sup> и в зависимости от применяемых технологических приемов в сусло может переходить до 88 % фенольных веществ от исходного технологического запаса компонентов в винограде [12].

В литературе содержится мало информации о влиянии полифенолов на биотехнологические свойства винных дрожжей. Валуйко Г. Г. [6] показано, что при содержании танинов 2,21 г/дм<sup>3</sup> происходит замедление развития дрожжей [6], а Шандерль Г. [13] установил, что концентрация данных компонентов свыше 5 г/дм<sup>3</sup> может являться причиной задержки брожения соков. В исследованиях ряда авторов отмечено, что полифенолы могут оказывать как стимулирующее действие и повышать стабильность винных дрожжей, так и ингибировать их размножение, дыхание и метаболическую активность [14, 15]. Влияние полифенолов на активность дрожжей может варьировать в зависимости от их состава и концентрации, условий ферментации, а также зависеть от структуры и состава клеточных стенок штаммов и их адсорбционной способности [16-21]. Поэтому проверка активности роста коллекционных культур винных дрожжей при повышенном содержании полифенолов и танина является важной характеристикой при проведении паспортизации. Данная характеристика важна для оценки технологических рисков, связанных с самопроизвольной остановкой брожения.

Целью настоящего исследования являлось изучение влияния полифенолов и танина на активность роста штаммов дрожжей рода *Saccharomyces*.

#### Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись 19 коллекционных штаммов винных дрожжей из КМВ «Магарач», рекомендуемые для использования в производстве красных столовых вин [22] и раса *Saccharomyces cerevisiae* K<sub>10-11</sub>, селекционированная из самозабродившего сусла красных сортов винограда, произрастающих в районе г. Алушта (виноградники ПАО «Масандра») [23].

При проведении исследований были использованы методы и подходы, общепринятые в микробиологии виноделия [24]. Активность роста штаммов оценивали по скорости роста и накоплению биомассы на плотной питательной среде и в разбавленном красном винном материале [25]. В качестве контрольных сред использовали модифицированную плотную синтетическую среду ДК (г/дм<sup>3</sup>: Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> × 2H<sub>2</sub>O — 17,8; глюкоза — 20; дрожжевой экстракт — 5; пептон — 5; агар-агар — 30) [26] и красный столовый винный материал (массовая концентрация сахаров — 8,4 г/дм<sup>3</sup>, летучих кислот — 0,87 г/дм<sup>3</sup>, объемная доля спирта — 11%), разбавленный стерильной дистиллированной

водой в 2 раза с добавлением 4 % глюкозы и дрожжевого автолизата.

Влияние полифенолов и танина на рост штаммов дрожжей исследовали на среде ДК и винном материале с добавлением в них концентрата полифенолов виноградных семян (массовая концентрация фенольных веществ — 81 г/дм<sup>3</sup>) из расчета концентрации полифенолов в среде культивирования 2,5; 4; 6 г/дм<sup>3</sup> или 25 %-ного спиртового раствора танина с достижением его концентрации в среде 2,5; 5; 7,5 г/дм<sup>3</sup>. Предварительно дрожжи культивировали на виноградном сусле и в активном физиологическом состоянии (трехсуточные культуры) высевали на плотные питательные среды (ДК) репликатором и в вино из расчета до 25-50 тыс. клеток/см<sup>3</sup>.

Посевы инкубировали в термостате при температуре (28±1)°С до 6-ти суток. На плотной питательной среде отмечали начало роста и проводили визуальную сравнительную оценку его интенсивности (слабый, средний, сильный). Оценку роста на винном материале проводили путем подсчета клеток выросшей биомассы ежесуточно. Скорость роста культуры (v), характеризующуюся абсолютным приростом биомассы (dx) за единицу времени (dt), вычисляли по формуле  $v = dx/dt$ . Исследования проводили в трех повторностях для каждого варианта.

Показатель устойчивости культуры к определенной концентрации полифенолов или танина определяли по отношению средних скоростей роста культуры на средах, содержащих определенное количество полифенолов или танина к средней скорости роста на контрольной среде.

#### Обсуждение результатов

Полученные результаты представлены в таблице.

Анализ средних скоростей роста на контрольных средах показал штаммовые различия в накоплении биомассы. У шести культур отмечен слабый рост (0,39 – 0,42·10<sup>5</sup> клеток/ч), средний рост (0,48 – 0,51·10<sup>5</sup> клеток/ч) наблюдали у десяти культур и сильный рост (0,56 – 0,57·10<sup>5</sup> клеток/ч) – у четырех культур.

Содержание в средах 2,5 г/дм<sup>3</sup> полифенолов не оказало влияние на рост 18 культур (90 %), у двух (250, 270) отмечено снижение скоростей роста на 15 % по сравнению с контрольными.

Содержание полифенолов 4 г/дм<sup>3</sup> в средах привело к снижению скоростей роста на 20-50 % у 11 культур, незначительное снижение скоростей роста на 2 – 9 % наблюдали у четырех культур (437, 525, 616, 640), которые можно отнести к категории средне устойчивых. Пять культур (121, 124, 143, 300, K<sub>10-11</sub>) были устойчивы к данной дозе, их скорости роста превышали или были равны контрольным.

16 культур (80 %) были чувствительны к дозе 6 г/дм<sup>3</sup> полифенолов в среде. Из них у шести культур (3, 24, 25, 270, 523, 527) наблюдали отсутствие роста и значительное (на 35–70 %) снижение скорости роста у 10 культур. Незначительное снижение (11–18 %) средних скоростей роста по сравнению с контрольными было у двух культур (121, 143) и у двух культур (300, K<sub>10-11</sub>) скорости роста были равны контрольным.

Учитывая тот факт, что при переработке вино-

**Таблица.** Характеристика устойчивости промышленно ценных штаммов дрожжей-сахаромицетов к полифенолам и танину

**Table.** Resistance of industrially valuable *Saccharomyces* yeast strains to polyphenols and tannin

Коллекционный номер	Средняя скорость роста ( $\bar{v}$ )·10 <sup>5</sup> клеток/ч, показатель устойчивости (ПУ) $v/v$ контроль	на средах с массовой концентрацией, г/дм <sup>3</sup>						
		контрольные среды: виноматериал ДК	полифенолов			танина		
			2,5	4,0	6,0	2,5	5,0	7,5
250	0,39 рост слабый	0,37 < 1	0,25 < 1	0,20 < 1	0,39 1	0,37 < 1	роста нет	
523	0,41 рост слабый	0,42 > 1	0,28 < 1	роста нет	0,44 > 1	0,38 < 1	0,15 < 1	
124, 525, 616, 640	0,42 рост слабый	0,49 > 1	0,41 < 1	0,24 < 1	0,57 > 1	0,55 > 1	0,53 > 1	
185, 203, 346, 398	0,48 рост средний	0,52 > 1	0,34 < 1	0,13 < 1	0,52 > 1	0,47 < 1	0,38 < 1	
3, 24, 25, 527	0,48 рост средний	0,51 > 1	0,22 < 1	роста нет	0,57 > 1	0,57 > 1	0,52 > 1	
270	0,56 рост сильный	0,53 < 1	0,46 < 1	роста нет	0,56 1	0,46 < 1	роста нет	
121, К <sub>10-11</sub>	0,57 рост сильный	0,68 > 1	0,58 > 1	0,51 < 1	0,62 > 1	0,61 > 1	0,59 > 1	
143	0,51 рост средний	0,65 > 1	0,53 > 1	0,45 < 1	0,55 > 1	0,42 < 1	роста нет	
300	0,51 рост средний	0,62 > 1	0,55 > 1	0,50 < 1	0,50 < 1	0,46 < 1	роста нет	
437	0,57 рост сильный	0,56 < 1	0,51 < 1	0,37 < 1	0,61 > 1	0,41 < 1	0,24 < 1	

града в вино переходит около 60 % технологического запаса фенольных веществ [3, 6], можно предположить, что доза 3 г/дм<sup>3</sup> является пороговой концентрацией для исследования скоростей роста дрожжей, рекомендуемых для получения красных столовых вин. В результате проведенных исследований показано, что содержание в средах 2,5 г/дм<sup>3</sup> полифенолов не оказывает влияния на ростовые характеристики 90 % коллекционных культур. Пошаговое увеличение полифенолов в средах 4-6 г/дм<sup>3</sup> приводит к снижению скорости роста у 55–80 % исследованных культур.

Анализ скоростей роста 20 культур на средах с массовой концентрацией танина 2,5 г/дм<sup>3</sup> показал, что средние скорости роста всех культур были выше или равны контрольным. При содержании танина 5 г/дм<sup>3</sup> среднеустойчивыми (скорость роста на 2-7 % ниже контрольной) были 6 культур (185, 203, 250, 346, 398, 523), устойчивыми к данной дозе – 10 культур – скорости роста либо превышали либо равны контрольным (3, 24, 25, 121, 124, 525, 527, 616, 640, К<sub>10-11</sub>). Снижение средних скоростей роста от 10 до 20 % наблюдалось у 4-х культур (143, 270, 300, 437). При увеличении концентрации танина до 7,5 г/дм<sup>3</sup> у четырех культур (143, 250, 270, 300) наблюдали отсутствие роста, у шести культур снижение средних скоростей роста от 21 до 63 % (185, 203, 346, 398, 437, 523) и десять культур имели средние скорости роста выше контрольных.

Таким образом, исследование влияния танина на физиологическую активность дрожжей показало, что при дозах 2,5 – 5 г/дм<sup>3</sup> 90 – 80 % коллекционных культур были устойчивы, а при содержании танина 7,5 г/дм<sup>3</sup> в средах наблюдается снижение скорости роста у 50 % исследуемых культур.

**Выводы.** Исследование показало, что коллекционные штаммы винных дрожжей обладают разной активностью по отношению к полифенолам и танину, наличие которых в среде является как стимулирующим, так и ингибирующим фактором роста в зависимости от штам-

ма, при этом эффект влияния фенольных веществ на ростовую активность штаммов менялся в зависимости от вносимых в среду исследуемых препаратов и их концентрации в среде культивирования. Единой закономерности в отношении скорости размножения клеток и показателя устойчивости к фенольным веществам не установлено. Отмечено, что полифенолы и танины в количестве 2,5 г/дм<sup>3</sup> не ингибируют рост исследованных культур и для большинства штаммов эта концентрация является стимулирующим ростовым фактором, а снижение активности клеточного роста сильнее проявляется при культивировании в средах с повышенным содержанием полифенолов, чем с повышенным содержанием танина.

Исследование позволило уточнить рекомендации по применению коллекционных промышленно ценных штаммов винных дрожжей в производстве виноматериалов из красных сортов винограда. Устойчивыми к высоким концентрациям полифенолов (6,0 г/дм<sup>3</sup>) являются четыре штамма – 121, К<sub>10-11</sub>, 143, 300, к танину (7,5 г/дм<sup>3</sup>) десять штаммов – 3, 24, 25, 121, 124, 525, 527, 616, 640, К<sub>10-11</sub>.

#### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках Государственного задания № 0833-2019-0019.

#### Financing source

The study was conducted under public assignment № 0833-2019-0019.

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

#### Благодарность

Авторы выражают благодарность лаборатории функциональных продуктов переработки винограда ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» за предоставление концентрата полифенолов виноградных семян.

#### Список литературы / References

1. Справочник по виноделию / Под ред. д-ра техн. наук Г.Г. Валушко и д-ра техн. наук В.Т. Косюры. – Симферополь: Таврида, 2005. – 586 с.
2. *Spravochnik po vinodeliyu* [Winemaker's guide]/ Edited by Dr. Techn. Sci. G.G. Valuiko i Dr. Techn. Sci. V.T. Kosyura. – Simferopol: Tavrida, 2005. – 586 p. (in Russian)
3. Пескова И.В., Ткаченко М.Г., Остроухова Е.В., Вьюгина М.А. Фенольный комплекс виноматериалов из винограда красных сортов, произрастающих в Крыму // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2016. № 38 (02). Peskova I.V., Tkachenko M.G., Ostrokhova E.V.,

- Viyugina M.A. *Fenolnyy kompleks vinomaterialov iz vinograda krasnykh sortov, proizrastayushchih v Krymu* [Phenolic complex of base wines from grapevines of red-berry varieties grown in Crimea] // *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2016. № 38 (02). (in Russian)
3. Яланецкий А.Я. Полифенольный комплекс вина при лечении ишемической болезни сердца // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2013. № 2. С. 30-33.
- Yalaneskiy A.Ya. *Polifenolnyy kompleks vina pri lechenii ishemicheskoy bolezni serdca* [Vine polyphenolic complex in coronary heart disease treatment] // «Magarach». *Vinogradarstvo i vinodelie*. [Magarach. Viticulture and Winemaking]. 2013. № 2. pp. 30-33. (in Russian)
4. Зайцев Г.П., Катрич Л.И., Огай Ю.А. Полифенольные биологически активные компоненты красного сухого винограда сорта Каберне-Совиньон и пищевого концентрата «Эноант» // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2010. № 3. С. 25-27.
- Zaitcev G.P., Katrich L.I., Ogay Yu.A. *Polifenolnyy biologicheski aktivnyye komponentyi krasnogo subogo vinomateriala iz vinograda sorta Kaberne-Sovinson i pishchevogo koncentrata «Enoant»* [Poliphenol biologically active complex of the dry red base wine from Cabernet-Sauvignon and food concentrate Enoant] // «Magarach». *Vinogradarstvo i vinodelie*. [Magarach. Viticulture and Winemaking]. 2010. № 3. pp. 25-27. (in Russian)
5. Wollin S. D., Jones P. J. H. Alcohol, red wine and cardiovascular disease. / *J.Nutr.*, 2001.131. pp. 1401-1404.
6. Валушко Г.Г. Биотехнология и технология красных вин. М.: Пищевая промышленность, 1973. – 295 с.
- Valuiko G.G. *Biotehnologiya i tehnologiya krasnykh vin* [Biotechnology and technology of red wine production] M.: *Pishchevaya promyshlennost*, 1973. – 295 p. (in Russian)
7. Perez-Magarino S., Gonzalez-Sanjose M. Polyphenols and colour variability of red wines made from wines from grapes harvested at different ripeness grade / *Food Chem.*, 2006. 96. pp. 197-208.
8. Яланецкий А.Я., Шмигельская Н.А., Загоруико В.А. Фенольный комплекс винограда из интродуцированных клонов винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2013. № 1. С. 26-29.
- Yalaneskiy A.Ya., Shmigelskaya N.A., Zagoruiko V.A. *Fenolnyy kompleks vinomaterialov iz introducirovannykh klonov vinograda* [Phenolic complex of the wine materials produced from introduced vine clones] // «Magarach». *Vinogradarstvo i vinodelie* [Magarach. Viticulture and Winemaking]. 2013. No 1. pp. 26-29. (in Russian)
9. Макаров А.С., Лутков И.П., Шалимова Т.Р. Влияние способа переработки винограда по-красному на физико-химические и органолептические показатели винограда и игристых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2013. № 4. С. 25-27.
- Makarov A.S., Lutkov I.P., Shalimova T.R. *Vliyanie sposoba pererabotki vinograda po-krasnomu na fiziko-himicheskie i organolepticheskie pokazateli vinomaterialov i igristykh vin* // «Magarach». *Vinogradarstvo i vinodelie*. [Magarach. Viticulture and Winemaking]. 2013. № 4. pp. 25-27. (in Russian)
10. Ткаченко М.Г., Соловьева Л.М., Зайцев Г.П., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е., Виноградов Б.А. Фенольный состав и антиоксидантная активность виноградных соков и винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2012. № 4. С. 29-31.
- Tkachenko M.G., Soloviova L.M., Zaitcev G.P., Grishin Yu.V., Mosolkova V.E., Vinogradov B.A. *Fenolnyy sostav i antioksidantnaya aktivnost vinogradnykh sokov i vinomaterialov* [Phenolic complex and antioxidant activity of grape juices and wine materials] // «Magarach». *Vinogradarstvo i vinodelie*. [Magarach. Viticulture and Winemaking]. 2012. № 4. pp. 29-31. (in Russian)
11. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Рыбалко Е.А., Твердовская Л.Б. Влияние климатических факторов на технологические характеристики винограда красных сортов, произрастающих в различных регионах республики Крым // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015. № 2. С. 28-32.
- Ostroukhova E.V., Peskova I. V., Rybalko E., A., Tvardovskaya L. B. The effect of climatic factors on technological characteristics of red grape varieties cultivated in different regions of the republic of the Crimea // «Magarach». *Vinogradarstvo i vinodelie*. [Magarach. Viticulture and Winemaking]. 2015. № 2. pp. 28-32. (in Russian)
12. Остроухова Е.В. Оксидазная активность винограда: динамика в ходе настаивания мезги и роль в формировании фенольного комплекса сусла // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2011. № 2. С. 16-18.
- Ostroukhova E.V. *Oksidaznaya aktivnost vinograda: dinamika v xode nastavivaniya mezgi i rol v formirovaniy fenolnogo kompleksa susla* // «Magarach». *Vinogradarstvo i vinodelie*. [Magarach. Viticulture and Winemaking]. 2011. № 2. pp. 16-18. (in Russian)
13. Шандерль Г. Микробиология соков и вин. М.: Пищевая промышленность, 1967. 360 с.
- Shanderl G. *Mikrobiologiya sokov i vin*. [Microbiology of juices and wines]. M.: *Pishchevaya promyshlennost*, 1967. 360 p.
14. Бурьян Н.И. Микробиология виноделия. Симферополь: Таврида, 2002. 430 с.
- Buryan N.I. *Mikrobiologiya vinodeliya* [Microbiology of winemaking]. Simferopol: Tavrida, 2002. 430 p. (in Russian)
15. Handbook of Enology. Volume 1. The Microbiology of Wine and Vinifications 2nd Edition /P. Ribéreau-Gayon, D. Dubourdieu, B. Donche, A. Lonvaud // 2006 John Wiley & Sons. 497 p. Ltd ISBN: 0-470-01034-7.
16. Gabriela Rapeanu, Andrei Bolocan, Inge Gazi, Gabriela Bahrim Metabolic activity stimulation of the wine yeasts by polyphenols extracted from red grapes // *Roumanian Biotechnological Letters*, 2008. Vol. 13. № 5. pp. 9-16.
17. Morata A., Gomez-Cordoves M. C., Suberviola J., Bartolome B., Colomo B., Suarez J.A. Adsorption of anthocyanins by yeast cell walls during the fermentation of red wines / *J. Agric. Food Chem.* 2003. 51. pp. 4084-4088.
18. Razmkhab S., Lopez-Toledano A., Ortega J.M., Mayen M., Merida J., Medina M. Adsorption of phenolic compounds and browning products in white wines by yeasts and their cell walls / *J. Agric. Food Chem.* 2002. 50. pp.7432-7437.
19. Jean-Michel Salmon Interactions between yeast, oxygen and polyphenols during alcoholic fermentations: Practical implications / *LWT Food Science and Technology*/ 2006. 39. pp. 959-965.
20. Mazaure J. P., Salmon J.M. Interactions between Yeast Lees and Wine Polyphenols during Simulation of Wine Aging: I. Analysis of Remnant Polyphenolic Compounds in the Resulting Wines / *J. Agric. Food Chem.* 2005. 53. pp. 5647-5653.
21. Salmon J.M., Vuchot P., T. Doco T., Moutounet M. Maintenance and protection of yeast morphology by contact with wine polyphenols during simulation of wine aging on lees / *J. Food Sci.* 2003. Vol. 68. №5. pp.1782-1787.
22. Коллекция микроорганизмов виноделия. Каталог культур. «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН». Ялта, 2016.
- Kolleksiya mikroorganizmov vinodeliya. Katalog kultur* [Collection of microorganisms for winemaking. Culture catalogue / All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking «Magarach» of RAS. Yalta, 2016]. (in Russian)
23. Скорикова Т.К., Травникова Е.Э. Сравнительные исследования способности дрожжей местной селекции и коллекционной культуры Бордо к образованию летучих компонентов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2016. № 3. С. 19-20.
- Skorikova T.K., Travnikova E.E. Comparative research of the ability of yeasts of local selection and collection yeast variety of Bordo to produce volatile compounds // «Magarach». *Vinogradarstvo i vinodelie*. [Magarach. Viticulture and Winemaking]. 2016. № 3. pp. 19-20 (in Russian)
24. Бурьян Н.И. Практическая микробиология виноделия. Симферополь: Таврида, 2003. 560 с.
- Buriyan N.I. *Prakticheskaya mikrobiologiya vinodeliya*. Simferopol: Tavrida, 2003. 560 p. (in Russian)
25. Скорикова Т.Н., Танашук Т.Н., Шаламитский М.Ю. Оценка способности дрожжей рода *Saccharomyces* использовать в качестве источника углеводов глюкозу и фруктозу // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2017. № 4. С. 44-45.
- Skorikova T.K., Tanashchuk T.N., Shalamitskiy M.Yu. Evaluating the *Saccharomyces* yeast ability to use glucose and fructose as a source of carbon // «Magarach». *Vinogradarstvo i vinodelie*. [Magarach. Viticulture and Winemaking]. 2017. № 4. pp. 44-45. (in Russian)
26. Захаров И. А., Кожин С.А., Кожина Т.Н., Федорова И.В. Сборник методик по генетике дрожжей-сахаромисетов. М.: Наука, 1976. 112 с.
- Zaxarov I. A., Kozhin S.A., Kozhina T.N., Fedorova I.V. *Sbornik metodik po genetike drozhdzhey-saxaromicetov*. M.: Nauka, 1976. 112 p. (in Russian)