

УДК 663.253

UDC 663.253

DOI 10.30679/2219-5335-2022-2-74-222-230

DOI 10.30679/2219-5335-2022-2-74-222-230

**СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ
ВИН ТИПА ХЕРЕС, ПРИГОТОВЛЕННЫХ
БЕСПЛЕНОЧНЫМ СПОСОБОМ
ИЗ СОРТОВ ВИНОГРАДА
МЕЖВИДОВОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

**COMPOSITION OF ORGANIC
ACIDS OF SHERRY TYPE WINES
PREPARED BY A FILMLESS
METHOD FROM GRAPES
OF INTERSPECIFIC ORIGIN**

Калмыкова Наталья Николаевна
научный сотрудник
лаборатории контроля качества
виноградовинодельческой продукции
e-mail: nat.kalmikova1984@yandex.ru

Kalmykova Natalya Nikolayevna
Research Associate
of Laboratory for Quality Control
of Grape and Wine Products
e-mail: nat.kalmikova1984@yandex.ru

Калмыкова Елена Николаевна
научный сотрудник
лаборатории контроля качества
виноградовинодельческой продукции
e-mail: kalmykova.lena-2014@ya.ru

Kalmykova Elena Nikolayevna
Research Associate
of laboratory for quality control of
grape and wine products
e-mail: kalmykova.lena-2014@ya.ru

Гапонова Татьяна Владимировна
ст. научный сотрудник
лаборатории технологии
виноделия
e-mail: T.Gaponova2013@gmail.com

Gaponova Tatyana Vladimirovna
Senior Research Associate
of Winemaking Technology
Laboratory
e-mail: T.Gaponova2013@gmail.com

*Всероссийский научно-исследовательский
институт виноградарства и виноделия
имени Я.И. Потанина – филиал
Федерального государственного
бюджетного научного учреждения
«Федеральный Ростовский
аграрный научный центр»,
Новочеркасск, Россия*

*All-Russian Research
Ya.I. Potapenko Institute
for Viticulture and Winemaking –
Branch of the Federal State
Budget Scientific Institution
«Federal Rostov Agricultural
Research Center»,
Novocherkassk, Russia*

Органические кислоты и продукты их превращений играют большую роль в формировании органолептических качеств хересного вина не только с точки зрения составляющей вкуса, но и регулятора протекания окислительно-восстановительных процессов. Органические кислоты представлены в вине в основном винной, яблочной, молочной, янтарной, уксусной, лимонной, щавелевой кислотами и др. Каждая кислота входящая в состав вина, имеет свои вкусовые свойства, которые при взаимодействии могут усиливаться или нейтрализовать друг друга. В работе представлены данные по изменению

Organic acids and products of their transformations play a great role in formation of organoleptic qualities of sherry wine not only in terms of taste component, but also as a regulator of redox processes. Organic acids are mainly represented in wine by tartaric, malic, lactic, succinic, acetic, citric, oxalic acids and others. Each acid included in the wine, has its own taste properties, which in interaction can enhance or neutralize each other. The article presents data on changes in the content of organic acids during the production of

содержания органических кислот в процессе приготовления вин типа херес беспленочным способом из белых сортов винограда Платовский, Кристалл, Алиготе. На основании проведенных исследований выявлено, что при оксидативной выдержке хересных виноматериалов на дрожжевых осадках произошли некоторые количественные изменения состава органических кислот. Во всех вариантах отмечено изменение концентрации винной кислоты в меньшую сторону, наибольшее ее снижение (на 1,5 г/дм³) наблюдалось в контрольном Алиготе. В исследуемых вариантах Платовский В-1, В-2, Кристалл В-1 и контрольном Алиготе на 16-92 % уменьшилась концентрация яблочной кислоты. Наибольшее снижение яблочной кислоты в процессе выдержки на дрожжевом осадке отмечено в контрольном Алиготе (92 %) в нем же произошло увеличение молочной кислоты на 1,7 г/дм³. Во всех образцах наблюдалось увеличение концентрации янтарной (на 25-30 %) и уксусной кислот на 0,11-0,41 г/дм³. Отмечено, что на изменения количественного состава органических кислот в винах типа херес преимущественное влияние оказывает способ хересования виноматериалов.

Ключевые слова: СОРТ ВИНОГРАДА, ВИНО ТИПА ХЕРЕС, ОРГАНИЧЕСКИЕ КИСЛОТЫ, БЕСПЛЕНОЧНЫЙ СПОСОБ ХЕРЕСОВАНИЯ

sherry type wines by filmless method from white grape varieties Platovsky, Kristall, Aligote. On the basis of the conducted studies, it was revealed that during oxidative aging of sherry wine materials on yeast sediments, some quantitative changes in the composition of organic acids occurred. In all variants there was a decrease in tartaric acid concentration. Its greatest decrease (by 1.5 g/dm³) was observed in the control Aligote. The concentration of malic acid decreased by 16-92 % in the studied variants Platovsky V-1, V-2, Kristall V-1 and the control Aligote. The greatest decrease in malic acid in the process of aging on the yeast sludge observed in the control Aligote (92 %). Also, there was an increase in lactic acid by 1.7 g/dm³. An increase in the concentration of succinic acid (by 25-30 %) and acetic acid by 0.11-0.41 g/dm³ was observed in all samples. It was noted that changes in the quantitative composition of organic acids in sherry type wines are predominantly influenced by the production method of sherry type wines.

Key words: GRAPE VARIETY, SHERRY TYPE WINE, ORGANIC ACIDS, FILMLESS SHERRY METHOD

Введение. Херес – вино светло-соломенного цвета со специфическими особенностями букета и вкуса. Органические кислоты и продукты их превращений играют большую роль в формировании органолептических качеств хересного вина не только с точки зрения составляющей вкуса, но и регулятора протекания окислительно-восстановительных процессов, так как при выдержке хересного виноматериала на дрожжевом осадке происходит постоянное обогащение среды продуктами автолиза и в результате этого обеспечивается максимальная глубина протекания восстановительной цепи окислительно-восстановительных процессов [1-5]. Их общее со-

держание является одним из показателей пригодности винограда для приготовления из него того или иного типа вина [6-8]. Метаболизм нелетучих органических кислот при хересовании имеет сложный характер и зависит от многих факторов, среди которых значительное влияние оказывает способ хересования [9, 10].

Органические кислоты, как промежуточные соединения, являются материалом для биосинтеза ряда строительных блоков (аминокислот, глицерина, жирных кислот, сахаров), служат единственным источником углерода и энергии во время брожения, влияют на букет вина совместно со сложными эфирами и спиртами, а также препятствуют металлокассовым и железофосфатным помутнениям, воздействуют на микробиологическую стабильность вин [11-19].

Цель работы – изучить изменение содержания органических кислот при приготовлении вин типа херес беспленочным способом из белых сортов винограда Платовский, Кристалл.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись хересные виноматериалы из сортов винограда Алиготе (контроль), Платовский, Кристалл, выращенных на виноградниках Новочеркасского отделения опытного поля ВНИИВиВ. Исследуемые вина готовили по классической технологии для белых сухих вин с применением технологического оборудования для переработки винограда (валковая дробилка-гребнеотделитель, корзиночный мембранный пресс, технологические емкости из нержавеющей стали и стекла). Повышение крепости хересных виноматериалов проводили следующими способами: Алиготе (контроль), Платовский В-1, Кристалл В-1 – добавлением винного дистиллята; Платовский В-2, Кристалл В-2 – введением концентрированного виноградного сусла при брожении. Приготовленные виноматериалы выдерживали на дрожжевых осадках в неполных емкостях, заполненных на 80 % с целью

обеспечения доступа воздуха, в течение 12 месяцев, для прохождения процесса хересования беспленочным способом.

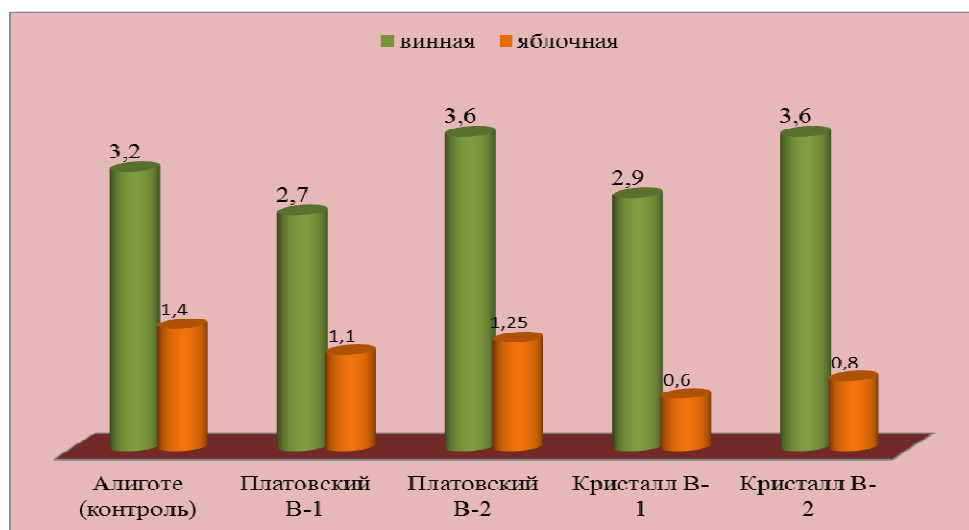
Определение содержания органических кислот в исследуемых винах проводили методом капиллярного электрофореза на Капель-105М [20]. Содержание летучих кислот – полумикрометодом отгона с водяным паром с последующим титрованием 0,1 N раствором щёлочи ГОСТ 32001-2012. Органолептический анализ вин осуществляли в рабочем порядке по 10-ти балльной системе в соответствии с «Положением о дегустационной комиссии ВНИИВиВ-филиал ФГБНУ ФРАНЦ».

Обсуждение результатов. Органические кислоты представлены в вине в основном винной, яблочной, молочной, янтарной, уксусной, галактурановой, лимонной, щавелевой кислотами и др. Каждая кислота, входящая в состав вина, имеет свои вкусовые свойства, которые при взаимодействии могут усиливаться или нейтрализовать друг друга. При этом каждая из них имеет свой порог восприятия. Поэтому вкус вина представляет сумму различных привкусов.

Анализ состава органических кислот исходных хересных виноматериалов показал, что их общее (сумма) содержание колебалось в пределах 4,47-6,27 г/дм³. На первом по значимости месте стоят винная и яблочная кислоты, которые больше всего влияют на вкус вина. Содержание винной кислоты в хересных виноматериалах колебалось в пределах 2,7-3,6 г/дм³, с наибольшим ее содержанием в опытных образцах Платовский В-2 и Кристалл В-2, что связано с внесением концентрированного виноградного сусла при брожении (табл. 1). Во всех изучаемых образцах отмечено преобладание винной кислоты над яблочной в несколько раз, в виноматериалах из сортов Платовский и контрольном Алиготе в 4-5 раз, а в образцах из сорта Кристалл в 2-3 раза (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1 – Массовые концентрации органических кислот в исходных хересных виноматериалах

Вариант	рН	Летучие к-ты, г/дм ³	Массовая концентрация органических кислот, г/дм ³						
			винная	яблочная	янтарная	лимонная	уксусная	молочная	сумма
Алиготе (контроль)	3,52	0,4	3,2	1,4	0,5	0,095	0,35	0,21	5,76
Платовский									
В-1 (дистиллят)	3,41	0,37	2,7	1,1	0,42	0,17	0,39	0,36	5,14
В-2 (конц. сусло)	3,37	0,35	3,6	1,25	0,7	0,17	0,36	0,19	6,27
Кристалл									
В-1 (дистиллят)	3,42	0,3	2,9	0,6	0,36	0,085	0,24	0,28	4,47
В-2 (конц. сусло)	3,37	0,46	3,6	0,8	0,55	0,12	0,4	0,27	5,74

Рис. 1. Содержание винной и яблочной кислот в исходных хересных виноматериалах, г/дм³

В процессе оксидативной выдержки хересных виноматериалов на дрожжевых осадках произошли некоторые изменения концентрации органических кислот. Во всех вариантах наблюдалось изменение концентрации винной кислоты в сторону уменьшения, что связано с образованием труднорастворимых солей и последующим выпадением их в осадок, наибольшее снижение концентрации винной кислоты (на 1,5 г/дм³) отмечено в контрольном Алиготе.

Таблица 2 – Содержание органических кислот в винах типа херес после выдержки на дрожжевых осадках

Вариант	рН	Еh. мВ	Летучие к-ты, г/дм ³	Массовая концентрация органических кислот, г/дм ³						
				винная	яблочная	янтарная	лимонная	уксусная	молочная	сумма
Алиготе (контроль)	3,69	185	0,8	1,7	0,1	0,65	0,13	0,76	1,92	5,39
Платовский										
В-1 (дистиллят)	3,54	207	0,55	2,6	0,7	0,55	0,17	0,5	0,49	5,01
Платовский В-2	3,53	209	0,47	2,45	1,05	0,9	0,175	0,49	0,4	5,47
Кристалл										
В-1 (дистиллят)	3,55	190	0,39	2,25	0,48	0,45	0,11	0,35	0,23	3,87
В-2 (конц. сусло)	3,42	222	0,41	3,5	0,8	0,7	0,11	0,43	0,31	5,9

Во всех исследуемых вариантах за исключением опытного образца Кристалл В-2 наблюдалось снижение концентрации яблочной кислоты на 16-92 % и накопление молочной кислоты соответственно, что связано с разложением яблочной кислоты до молочной. Наибольшее снижение яблочной кислоты в процессе выдержки на дрожжевом осадке отмечено в контрольном Алиготе (92 %), в нем же произошло увеличение молочной кислоты на 1,7 г/дм³. Во всех образцах наблюдалось увеличение концентрации янтарной кислоты на 25-30 %. Увеличение концентрации янтарной кислоты может быть связано с ее образованием при дезаминировании глутаминовой кислоты, а также за счет снижения концентрации винной и яблочной кислот, из которых она образуется. Содержание лимонной кислоты значительно не изменялось. Во всех образцах за исключением Кристалл В-2 отмечено увеличение концентрации уксусной кислоты на 0,11-0,41 г/дм³. Также, во всех винах отмечено изменение значения показателя активной кислотности рН в большую сторону, что может быть связано с выпадением в осадок кислых солей винной кислоты (см. табл. 1, 2).

Выводы. На основании проведенных исследований выявлено, что при приготовлении вин типа херес беспленочным способом из белых сор-

тов винограда Платовский, Кристалл, Алиготе (контроль) произошли не-
которые количественные изменения состава органических кислот. Во всех
вариантах произошло изменение концентрации винной кислоты в мень-
шую сторону, наибольшее ее снижение (на 1,5 г/дм³) отмечено в контроль-
ном Алиготе. В исследуемых вариантах Платовский В-1, В-2, Кристалл
В-1 и контрольном Алиготе на 16-92 % уменьшилась концентрация яблоч-
ной кислоты. Наибольшее снижение яблочной кислоты в процессе вы-
держки на дрожжевом осадке отмечено в контрольном Алиготе (92 %) в
нем же произошло увеличение молочной кислоты на 1,7 г/дм³. Во всех об-
разцах наблюдалось увеличение концентрации янтарной (на 25-30 %) и ук-
сусной кислот на 0,11-0,41 г/дм³.

Литература

1. Сравнительная оценка подкисления суслу и виноматериала винной и лимон-
ной кислотами / А.С. Макаров [и др.] // Магарац. Виноградарство и виноделие. 2010.
№12. С. 25-28.
2. Червяк С.Н. Влияние зеркала хересной пленки на окислительно-
восстановительные процессы при хересовании [Электронный ресурс] // Плодоводство и
виноградарство Юга России. 2021. № 67(1). С. 375-384. URL:
<http://journalkubansad.ru/pdf/21/01/26.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2021-1-67-375-384
(дата обращения: 18.02.2022).
3. Cordero-Bueso G., Ruiz-Munoz M., Gonzalez-Moreno M., Chirino S., Bernal-
Grande M., Cantoral J. M. The Microbial Diversity of Sherry Wines // Fermentation. 2018.
Vol. 4(19), 11 p. DOI:10.3390/fermentation4010019.
4. Turcotte B., Liang X. B., Robert F., Soontorngun N. Transcriptional regulation
of nonfermentable carbon utilization in budding yeast // FEMS Yeast Res. 2010 Vol. 10
pp. 2-13. DOI:10.1111/j.1567-1364.2009.00555.x
5. Ткаченко О.Б. Научные основы совершенствования технологии белых столо-
вых вин путем регулирования окислительно-восстановительных процессов их производ-
ства: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.18.05 / Ткаченко Оксана Борисовна. Ялта, 2010. 332 с.
6. Soyer Y. Organic acid profile of Turkish white grapes and grape juices/ Y. Soyer,
N. Koca, F. Karadeniz// Journal of Food Composition and Analysis. 2013. № 16. P. 629-636.
7. Tita, O. 2006. The role of the organic acids in the evolution of the wine/ O. Tita,
M. Bulancea, D. Pavelescu et al // CHISA 2006 – 17th Int. Congr. Chem. Proc. Engineering.
– 2006. – № 5. – P. 27–31.
8. Агеева Н.М., Якименко Е.Н., Чемисова Л.Э., Прах А.В. Влияние комбиниро-
ванного кислотопонижения на концентрацию яблочной кислоты в виноматериалах
[Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. № 67(1).
С. 319-331. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/21/01/22.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-
2021-1-67-319-331 (дата обращения: 18.02.2022).
9. Ткаченко Д.Г., Агеева Н.М. Влияние способа хересования с применением расы
Кубанская на химический состав хереса // Сб. научных трудов SWorld. Матер. межд.
науч.-практич. конф. «Научные исследования и их практическое применение. Современ-
ное состояние и пути развития 2012». Выпуск 3. Т. 12. Одесса: Куприенко. 2012. С. 21-23.

10. Производство хереса с применением спонтанной микрофлоры / В.А. Марков [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. 2007. № 4. С. 62-63.
11. Kučerova, J. Study of changes organic acid in red wines during malolactic fermentation / J. Kučerova, J. Jiroky // Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis. - 2011. – V. 17. – № 5. – P. 145–150.
12. Bayraktar, V.N. Organic acids concentration in wine stocks after *Saccharomyces cerevisiae* fermentation / V.N. Bayraktar // Biotechnologia acta. 2013. V. 6. № 2. P. 97–106.
13. Danilewicz John C. Role of Tartaric and Malic Acids in Wine Oxidation/ John C. Danilewicz // J. Agric. Food Chem. 2014. 62 (22). P. 5149-5155. DOI: 10.1021/jf5007402.
14. Guguchkina T. I., Chemisova L. E., Troshin L. P. The role of organic acids in the formation of the organoleptic properties of the wine grape variety white Sauvignon protoclones // State Scientific Institution. Anapa Zonal Experimental Station of Viticulture and Winemaking. 2012. No. 5. pp. 1–6.
15. Flamys Lena do Nascimento Silva, Eduardo Morgado Schmidt, Cláudio Luiz Messias, Marcos Nogueira Eberlin and Alexandra Christine Helena Frankland Sawaya. Quantitation of organic acids in wine and grapes by direct infusion electrospray ionization mass spectrometry. Analytical Methods Issue 1, 2015. pp. 53-62: DOI: 10.1039 / C4AY00114A.
16. B.S. Chidi, F.F. Bauer and D. Rossouw. Organic Acid Metabolism and the Impact of Fermentation Practices on Wine Acidity // A Review. S. Afr. J. Enol. Vitic., Vol. 39, No. 2. 2018. 16 p. : DOI: 10.21548/39-2-3164.
17. Mato I., Soares-Luque S., Huidobro J.F. A review of the analytical methods to determine organic acids in grape juices and wines // Food. Res. Int. 2005. № 38. P. 1175-1188.
18. Kucerova J., Siroky J. Study of changes organic acids in red wines during malolactic fermentation // Acta Univ. Agric. Silv. Mendel. Brun. 2014. № 59 (5). P. 145-150.
19. Bisson L.F., Walker G.A. The microbial dynamics of wine fermentation. In book: Advances in Fermented Foods and Beverages // Amsterdam: Elsevier. 2015. P. 435-476. DOI: 10.1016/B978-1-78242-015-6.00019-0.
20. ГОСТ 32001-2012 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации летучих кислот. Введ. 01.07.2014. М.: Стандартинформ, 2014. 8 с.

References

1. Sravnitel'naya ocenka podkisljeniya susla i vinomateriala vinnoj i limonnoj kislotami / A.S. Makarov [i dr.] // Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie. 2010. №12. S. 25-28.
2. Chervyak S.N. Vliyanie zerkala heresnoj plenki na okislitel'no-vosstanovitel'nye processy pri heresovanii [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2021. № 67(1). S. 375-384. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/21/01/26.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2021-1-67-375-384 (data obrashcheniya: 18.02.2022).
3. Cordero-Bueso G., Ruiz-Munoz M., Gonzalez-Moreno M., Chirino S., Bernal-Grande M., Cantoral J. M. The Microbial Diversity of Sherry Wines // Fermentation. 2018. Vol. 4(19), 11 p. DOI:10.3390/fermentation4010019.
4. Turcotte B., Liang X. B., Robert F., Soontornngun N. Transcriptional regulation of nonfermentable carbon utilization in budding yeast // FEMS Yeast Res. 2010 Vol. 10 pp. 2-13. DOI:10.1111/j.1567-1364.2009.00555.x
5. Tkachenko O.B. Nauchnye osnovy sovershenstvovaniya tekhnologii belyh stolovykh vin putem regulirovaniya okislitel'no-vosstanovitel'nykh processov ih proizvodstva: diss. ... d-ra tekhn. nauk: 05.18.05 / Tkachenko Oksana Borisovna. Yalta, 2010. 332 s.

6. Soyer Y. Organic acid profile of Turkish white grapes and grape juices / Y. Soyer, N. Koca, F. Karadeniz // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2013. – № 16. – R. 629-636.
7. Tita, O. 2006. The role of the organic acids in the evolution of the wine/ O. Tita, M. Bulancea, D. Pavelescu et al // *CHISA 2006 – 17th Int. Congr. Chem. Proc. Engineering*. – 2006. – № 5. – R. 27–31.
8. Ageeva N.M., Yakimenko E.N., Chemisova L.E., Prah A.V. Vliyanie kombinirovannogo kislotoponizheniya na koncentraciyu yablochnoj kisloty v vinomaterialah [Elektronnyj resurs] // *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2021. № 67(1). S. 319–331. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/21/01/22.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2021-1-67-319-331 (data obrashcheniya: 18.02.2022).
9. Tkachenko D.G., Ageeva N.M. Vliyanie sposoba heresovaniya s primeneniem rasy Kubanskaya na himicheskij sostav heresa // *Sb. nauchnyh trudov SWorld. Mater. mezhd. nauch.-praktich. konf. «Nauchnye issledovaniya i ih prakticheskoe primenenie. Sovremennoe sostoyanie i puti razvitiya 2012»*. Vypusk 3. T. 12. Odessa: Kuprienko. 2012. S. 21-23
10. Proizvodstvo heresa s primeneniem spontannoj mikroflory / V.A. Markosov [i dr.] // *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya*. 2007. № 4. S. 62-63
11. Kučerova, J. Study of changes organic acid in red wines during malolactic fermentation / J. Kučerova, J. Jiroky // *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis*. - 2011. – V. 17. – № 5. – P. 145–150.
12. Bayraktar, V.N. Organic acids concentration in wine stocks after *Saccharomyces cerevisiae* fermentation / V.N. Bayraktar // *Biotechnologia acta*. 2013. V. 6. № 2. P. 97-106.
13. Danilewicz John C. Role of Tartaric and Malic Acids in Wine Oxidation/ John C. Danilewicz // *J. Agric. Food Chem.* 2014. 62 (22). P. 5149-5155. DOI: 10.1021/jf5007402
14. Guguchkina T. I., Chemisova L. E., Troshin L. P. The role of organic acids in the formation of the organoleptic properties of the wine grape variety white Sauvignon clones // *State Scientific Institution. Anapa Zonal Experimental Station of Viticulture and Winemaking*. 2012. No. 5. pp. 1-6.
15. Flamys Lena do Nascimento Silva, Eduardo Morgado Schmidt, Cláudio Luiz Mesias, Marcos Nogueira Eberlin and Alexandra Christine Helena Frankland Sawaya. Quantitation of organic acids in wine and grapes by direct infusion electrospray ionization mass spectrometry. *Analytical Methods* Issue 1, 2015. pp. 53-62; DOI: 10.1039 / C4AY00114A.
16. B.S. Chidi, F.F. Bauer and D. Rossouw. Organic Acid Metabolism and the Impact of Fermentation Practices on Wine Acidity // *A Review. S. Afr. J. Enol. Vitic.*, Vol. 39, No. 2. 2018. 16 p. : DOI: 10.21548/39-2-3164.
17. Mato I., Suares-Luque S., Huidobro J.F. A review of the analytical methods to determine organic acids in grape juices and wines // *Food. Res. Int.* 2005. № 38. P. 1175-1188.
18. Kucerova J., Siroky J. Study of changes organic acids in red wines during malolactic fermentation // *Acta Univ. Agric. Silv. Mendel. Brun.* 2014. № 59 (5). P. 145-150.
19. Bisson L.F., Walker G.A. The microbial dynamics of wine fermentation. In book: *Advances in Fermented Foods and Beverages* // Amsterdam: Elsevier. 2015. P. 435-476. DOI: 10.1016/B978-1-78242-015-6.00019-0.
20. GOST 32001-2012 *Produkcija alkogol'naya i syr'e dlya ee proizvodstva. Metod opredeleniya massovoj koncentracii letuchih kislot*. Vved. 01.07.2014. M.: Standartinform, 2014. 8 s.