

УДК 663.253

DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-298-306

**СОДЕРЖНИЕ АМИНОКИСЛОТ
В ЛИКЕРНЫХ ВИНАХ ТИПА
ПОРТВЕЙН, ПРИГОТОВЛЕННЫХ
ИЗ СОРТОВ ВИНОГРАДА
МЕЖВИДОВОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

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

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

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

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

Аминокислоты являются наиболее важной по величине и значению группой органических азотистых веществ винограда. В начальный период созревания винограда в ягоде мало аминокислот. В процессе созревания их качественный и количественный состав заметно меняется. Количество аминокислот в винограде зависит от сорта, климатических условий, состава почвы, зрелости при сборе урожая, способа его переработки, в частности длительности контакта суслу с твердыми частями грозди, и множества других факторов. В начале спиртового брожения идет активное потребление аминокислот

UDC 663.253

DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-298-306

**AMINO ACIDS CONTENT
IN LIQUOR WINES
OF THE PORT TYPE
MADE FROM GRAPE VARIETIES
OF INTERSPECIFIC ORIGIN**

Kalmykova Elena Nikolayevna
Research Associate
of Laboratory for Quality Control
of Grape and Wine Products
e-mail: kalmykova.lena-2014@ya.ru

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

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

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

Amino acids are the most important group of organic nitrogenous substances in grapes. In the initial period of grape ripening there are few amino acids in grapes. During ripening their qualitative and quantitative composition noticeably changes. The amount of amino acids in grapes depends on variety, climatic conditions, soil composition, ripeness at harvest, method of processing, particularly the duration of contact of must with the hard parts of the bunch and many other factors. At the beginning of alcoholic fermentation

дрожжами, а впоследствии, отмирая, дрожжи обогащают ими вино. Эти соединения влияют на формирование аромата и вкуса вин, так как являются предшественниками множества ароматических соединений. Целью исследования является установление особенностей биохимического состава аминокислот ликерных вин типа портвейн, приготовленных из белых гибридных сортов винограда. Объектами исследований являлись ликерные вина типа портвейн из белых технических сортов винограда межвидового происхождения: Кристалл, Платовский и Станичный. В качестве контроля брали виноматериал, приготовленный из сорта Алиготе. На основании проведенных исследований выявлено, что общая сумма аминокислот в опытном образце, приготовленном из сорта винограда Платовский значительно выше по сравнению с другими опытными винами (2692 мг/дм³). Во всех вариантах опыта среди аминокислот по массовой концентрации преобладает пролин, ее процентное содержание от общей суммы аминокислот в исследуемых винах составило: Алиготе (контроль) – 86,3 %; Кристалл – 81 %; Станичный – 51,4 %; Платовский – 83 %. В вине, приготовленном из сорта Станичный, отмечено наибольшее содержание аминокислот аргинин (162,5 мг/дм³), и лейцин (4,88 мг/дм³). В опытном варианте из сорта винограда Платовский было обнаружено достаточно высокое по сравнению с другими вариантами содержание β-фенилаланина (23,67 мг/дм³), а также наибольшее количество таких ценных аминокислот как: тирозин – 63,07 мг/дм³; серин – 24,01 мг/дм³; треонин – 138,6 мг/дм³; α-аланин – 26,61 мг/дм³. Наибольшим содержанием глицина отличались вина, приготовленные из сортов Кристалл (7,24 мг/дм³) и Платовский (7,89 мг/дм³).

Ключевые слова: СОРТ, ВИНОГРАД, МЕЖВИДОВЫЕ ГИБРИДЫ, ЛИКЕРНЫЕ ВИНА, СОСТАВ АМИНОКИСЛОТ

there is an active consumption of amino acids by the yeast, and afterwards, as it dies off, the yeast enriches the wine with them. These compounds influence the formation of aroma and flavor of wines, as they are the precursors of many aromatic compounds. The purpose of the study is to establish the features of the biochemical composition of amino acids in liqueur wines of the port type prepared from white hybrid grape varieties. The objects of the study were liqueur wines of port type from white technical grape varieties of interspecific origin: Kristall, Platovskiy and Stanichnyi. Wine material prepared from Aligote variety was taken as a control. On the basis of the conducted studies, it was found that the total sum of amino acids in the experimental sample prepared from the Platovskiy grape variety was significantly higher compared to the other experimental wines (2692 mg/dm³). Proline dominates among the amino acids of all the test samples by mass concentration, its percentage of the total sum of amino acids in the studied wines was: Aligote (control) – 86,3 %; Kristall – 81 %; Stanichnyi – 51,4 %; Platovskiy – 83 %. The highest levels of amino acids arginine (162.5 mg/dm³), and leucine (4.88 mg/dm³) were observed in the wine made from Stanichnyi. The experimental variant of the variety Platovskiy had a fairly high content of β-phenylalanine (23.67 mg/dm³) compared with other, and the highest amount of valuable amino acids: tyrosine – 63.07 mg/dm³; serine – 24.01 mg/dm³; threonine – 138.6 mg/dm³; α-alanine – 26.61 mg/dm³. The highest glycine content was observed in the wines prepared from the varieties Kristall (7.24 mg/dm³) and Platovskiy (7.89 mg/dm³).

Key words: VARIETY, GRAPES, INTERSPECIFIC HYBRIDS, LIQUEUR WINES, AMINO ACID COMPOSITION

Введение. В винограде и вине выделено 32 аминокислоты, из которых не менее 16-ти находятся в свободном состоянии. Среди них аланин, аспарагин, валин, глютаминовая кислота, глицин, гистидин, лейцин, лизин, пролин, серин, треонин, тирозин, цистин и другие.

Аминокислоты являются наиболее важной по величине и значению группой органических азотистых веществ винограда. В начальный период созревания винограда в ягоде мало аминокислот. В процессе созревания их качественный и количественный состав заметно меняется [1-3]. Содержание аминокислот в винограде колеблется от 250 до 2450 мг/дм³, что в несколько раз больше, чем в других фруктах и ягодах.

Количество аминокислот в винограде зависит от сорта, климатических условий, состава почвы, зрелости при сборе урожая, способа его переработки, в частности длительности контакта сусла с твердыми частями грозди, и множества других факторов [4-9]. В начале спиртового брожения идет активное потребление аминокислот дрожжами, а впоследствии, отмирая, дрожжи обогащают ими вино [10, 11]. Эти соединения влияют на формирование аромата и вкуса вин, так как являются предшественниками множества ароматических соединений [12, 13].

Важную роль в формировании типичных органолептических особенностей Портвейна играют продукты реакции меланоидинообразования [14, 15]. Процесс взаимодействия аминокислот и углеводов носит сложный комплексный характер и по мере развития сопровождается образованием N-гликозидов, которые в результате внутримолекулярной перегруппировки превращаются в 1-N-замещенные 1-дезоксикетозы. На следующем этапе происходит дегидратация сахаров с распадом углеродной цепи на более короткие фрагменты и образование оксиметилфурфурола, фурфурола, редуктонов, пировиноградного альдегида, ацетона, ацетоина, диацетила. Продукты распада сахаров, в свою очередь, легко вступают в реакции взаимодействия с аминокислотами с образованием альдегидов, обладающих различными ароматами [16, 17].

Таким образом, роль аминокислот весьма велика, поскольку они являются необходимым питательным субстратом дрожжей и других микроорганизмов во время брожения и в молодом вине. Кроме того, при выдержке вин, в результате их превращений образуется ряд продуктов, оказывающих влияние на букет вина, слагающих его вкус и окраску.

Целью исследования является установление особенностей биохимического состава аминокислот ликерных вин типа портвейн, приготовленных из белых гибридных сортов винограда.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись ликерные вина типа портвейн из белых технических сортов винограда межвидового происхождения: Кристалл, Платовский и Станичный [18]. В качестве контроля брали виноматериал, приготовленный из сорта Алиготе. Опытные образцы виноматериалов готовили брожением сусла на мезге до остаточного сахара 80-120 г/дм³, с последующим прессованием мезги и спиртованием бродящего сусла до крепости 18 % об. Готовые виноматериалы после осветления и снятия с осадка направляли на тепловую обработку при температуре 40-45 °С в течение 30 суток, с последующей выдержкой в течении года. Экспериментальные исследования проводились на базе лаборатории контроля качества виноградовинодельческой продукции и лаборатории технологии виноделия ВНИИВиВ – филиала ФГБНУ ФРАНЦ.

Определение свободных аминокислот проводили методом капиллярного электрофореза на Капель-103.

Обсуждение результатов. К числу важнейших показателей, характеризующих качество ликерных вин типа портвейн, относится содержание в них аминокислот. Они являются необходимой питательной средой дрожжей, а их содержание повышает биологическую и пищевую ценность вин. Также продукты их взаимодействия с компонентами вина оказывают влияние на цвет, аромат, вкус и стабильность вин.

Результаты исследования аминокислотного состава вин показали, что общая сумма аминокислот в опытном образце, приготовленном из сорта винограда Платовский, значительно выше, по сравнению с другими опытными винами и составляет 2692 мг/дм³ (табл.). Этот же образец отличался наибольшим содержанием аминокислоты пролин (2234 мг/дм³), наименьшее ее количество наблюдалось в опытном вине из сорта Станичный (242,1 мг/дм³). Стоит отметить, что во всех вариантах опыта среди аминокислот по массовой концентрации преобладает пролин – одна из основных аминокислот суслу и вина. Ее процентное содержание от общей суммы аминокислот в исследуемых винах составило: Алиготе (контроль) – 86,3 %; Кристалл – 81 %; Станичный – 51,4 %; Платовский – 83 %. Пролин – плохой источник азота для питания дрожжей, в небольшом количестве накапливается при выдержке вина на дрожжах [19].

Таблица – Состав аминокислот в ликерных винах типа портвейн, мг/дм³

Сорт Аминокислота	Алиготе	Кристалл	Станичный	Платовский
Аргинин	40,88	44,14	165,2	134,5
Пролин	685	551,8	242,1	2234
Серин	1,66	0,34	1,99	24,01
α-аланин	0,51	1,52	0,19	26,61
Глицин	5,09	7,24	2,2	7,89
Тирозин	11,02	14,78	-	63,07
Гистидин	-	-	1,71	-
Валин	3,32	1,97	1,82	-
Треонин	12,81	11	7,69	138,6
Метионин	27,19	40,83	38,31	39,5
Лейцин	2,29	2,61	4,88	-
β-фенилаланин	2,23	1,9	4,55	23,67
Лизин	1,49	2,36	1,13	-
Сумма	793,5	680	471,7	2692

Установлено, что некоторые аминокислоты, особенно те, которые отличаются наличием серы в составе, являются антиоксидантами. Например, метионин, содержание которого во всех вариантах опыта было несколько выше контрольного, является прекурсором нейромедиатора серотонина,

ниацина (витамина В3), холина (витамина В4), фолиевой кислоты (В9), влияет на обмен жиров и фосфолипидов [20]. В вине, приготовленном из сорта Станичный, отмечено наибольшее содержание аминокислот аргинина ($162,5 \text{ мг/дм}^3$), и лейцина ($4,88 \text{ мг/дм}^3$), которые являются важным строительным материалом для клеток, а также способствуют расщеплению холестерина. В опытном варианте из сорта винограда Платовский было обнаружено достаточно высокое, по сравнению с другими вариантами, содержание β -фенилаланина ($23,67 \text{ мг/дм}^3$), который способствует образованию веществ, придающих вину цветочный аромат [13]. Также в данном образце наблюдалось наибольшее количество таких ценных аминокислот, как тирозин – $63,07 \text{ мг/дм}^3$; серин – $24,01 \text{ мг/дм}^3$; треонин – $138,6 \text{ мг/дм}^3$; α -аланин – $26,61 \text{ мг/дм}^3$. Наибольшим содержанием глицина отличались вина, приготовленные из сортов Кристалл ($7,24 \text{ мг/дм}^3$) и Платовский ($7,89 \text{ мг/дм}^3$). Совместное взаимодействие серина, аланина и глицина позволяет стабилизировать уровень сахара в крови при диабете. Аланин, дезаминируясь, превращается в пировиноградную кислоту, которая занимает центральное место в метаболизме углеводов, жиров и белков [17]. Тирозин является природным антидепрессантом, входит в состав многих ферментов. Треонин совместно с другими аминокислотами участвует в формировании органолептических свойств вина [12]. Аминокислоты аланин, валин, лейцин, метионин, фенилаланин значительно легче других вступают в сахароаминные реакции, продукты которых играют важную роль в формировании типичных органолептических особенностей вин типа Портвейн [16].

Выводы. На основании проведенных исследований выявлено, что общая сумма аминокислот в опытном образце, приготовленном из сорта винограда Платовский, значительно выше по сравнению с другими опытными винами и составляет 2692 мг/дм^3 .

Во всех вариантах опыта среди аминокислот по массовой концентрации преобладает пролин, ее процентное содержание от общей суммы аминокислот в исследуемых винах составило: Алиготе (контроль) – 86,3 %; Кристалл – 81 %; Станичный – 51,4 %; Платовский – 83 %.

В вине, приготовленном из сорта Станичный, отмечено наибольшее содержание аминокислот аргинин (162,5 мг/дм³) и лейцин (4,88 мг/дм³)

В опытном варианте из сорта винограда Платовский было обнаружено достаточно высокое по сравнению с другими вариантами содержание β-фенилаланина (23,67 мг/дм³), который способствует образованию веществ, предающих вину цветочный аромат, а также наибольшее количество таких ценных аминокислот, как тирозин – 63,07 мг/дм³; серин – 24,01 мг/дм³; треонин – 138,6 мг/дм³; α-аланин – 26,61 мг/дм³.

Наибольшим содержанием глицина отличались вина, приготовленные из сортов винограда Кристалл (7,24 мг/дм³) и Платовский (7,89 мг/дм³).

Таким образом, на основании вышеизложенного следует отметить тот факт, что на состав аминокислот в большей степени оказывают влияние сортовые особенности винограда.

Литература

1. Халилова, Э.А. Изучение физиолого-биохимических и ультраструктурных особенностей культуры *S. cerevisiae* в условиях спиртового брожения // Хранение и переработка сельхозсырья. 2008. № 6. С. 54-57.
2. Халилова Э.А., Котенко С.Ц., Исламмагомедова Э.А. Содержание свободных аминокислот и витаминов группы В в дрожжах *Saccharomyces cerevisiae* Y-503 в аэробных и анаэробных условиях культивирования // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2010. № 3. С. 9-11.
3. Nehssen, B., DeWachter, R., Goffeau, A. Classification of all putative permeases and other membrane plunspanners of the major facilitator superfamily encoded by the complete genome of *Saccharomyces cerevisiae* // FEMS Microbiol. Rev., 1997. 21,113-134.
4. Van Leeuwen C. Dubourdieu D. Influence of climate, soil, and cultivar on Terroir // American Journal of Enology and Viticulture. 2004. Vol. 55. № 3. P. 207-217.
5. Van Leeuwen C., Darriet P. The Impact of Climate Change on Viticulture and Wine Quality // Journal of Wine Economics. 2016. Vol. 11, № 1. P. 150-167 doi:10.1017/jwe.2015.21.
6. Ordua R.M. Climate change associated effects on grape and wine quality and production // Food Research International. 2010. Vol. 43, № 7. P. 1844-1855. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.05.001>

7. Mozell M.R., Thach E. The impact of climate change on the global wine industry: Challenges & solutions // Wine Economics and Policy. 2014. Vol. 3, № 2. P. 81-89. <https://doi.org/10.1016/j.wep.2014.08.001>.
8. Morata A. Red Wine Tehnology. 2019. Publisher:Academic Press. 468 p. doi: <https://doi.org/10.1016/C2017-0-01326-5>. ISBN 978-0-12-814399-5.
9. Bell S.J., Henschke P.A. Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine // Australian journal of grape and wine research. 2005. Vol. 11, P. 242-295.
10. Hough, J.S. Biotechnology of Malting and Brewing. – Cambridge: Cambridge University Press, 1985.
11. Котенко С.Ц., Халилова Э.А., Исламмагомедова Э.А. Биохимические особенности штамма *Saccharomyces cerevisiae* в условиях спиртового брожения // Известия Самарского научного центра РАН. Т.12 (33). №1(3). 2010. С. 721-723.
- 12 Ju Y.I., Xu G.Q, Yue X.F., Zhao X.F, Tu T.Y., Zhang J.X., Fang Y.L. Effects of Regulated Deficit Irrigation on Amino Acid Profiles and Their Derived Volatile Compounds in Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) Grapes and Wines // Molecules. 2018. Vol. 23 (8). Doi.org/10.3390/molecules23081983.
13. Miras-Avalos J.M., Bouzas-Cid Y., Trigo-Cordoba E., Orriol I.s, Falque E. Amino Acid Profiles to Differentiate White Wines from three Autochthonous Galician Varieties // Foods. 2020. Vol. 9. P. 114. Doi:10.3390/foods9020114.
14. Herbert P., Barros P., Alves A. Detection of port wine imitation by discriminant analysis using free amino acids profiles // Amer. J. Enol. And Viticult. -2000. 51.-№3.-P. 262-268.
15. Impact of forced-aging process on madeira wine flavor / H.O. Silva, P. Guedes de Pinho, B.P. Machado [et al.] // J. Agricultural and food chemistry. – 2008. – 56. – P. 11989-11996.
16. Агеева Н.М., Якименко Е.Н., Бурцев Б.В. О производстве ликерных вин из новых красных сортов винограда [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020. № 62(2). С. 149-163. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/20/02/13.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-2-62-149-163 (дата обращения: 27.07.2022).
17. Кишковский З.Н., Скурихин И.М. Химия вина // Агропромиздат. 1994. 254 с.
18. Каталог сортов винограда, выведенных во ВНИИВиВ им Я.И. Потапенко и интродуцированных в результате международного сотрудничества. Ростов н/Д; СКНЦ ВШ, 2003. 100 с.
19. Peynaud E., Lafon-Lafourcade S. Nitrogen nutrition of wine yeasts // Rev. Ferm. Ind. Aliment- 1961-17, № 1.- P. 11-16.
20. Котенко С.Ц., Халилова Э.А., Шелудько О.Н., Митрофанова Е.А., Абакарова А.А., Исламмагомедова Э.А. Влияние природно-климатических факторов на состав азотсодержащих веществ в красных столовых винах [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020. № 66(6). С. 382-395. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/20/06/27.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-6-66-382-395 (дата обращения: 27.07.2022).

References

1. Halilova, E.A. Izuchenie fiziologo-biohimicheskikh i ul'trastrukturnykh osobennostej kul'tury *S.cerevisiae* v usloviyah spirtovogo brozheniya // Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya. 2008. № 6. S. 54-57.
2. Halilova E.A., Kotenko S.C., Islammagomedova E.A. Soderzhanie svobodnykh aminokislot i vitaminov gruppy V v drozhzhah *Saccharomyces cerevisiae* Y-503 v aerobnykh i anaerobnykh usloviyah kul'tivirovaniya // Proizvodstvo spirta i likero-vodochnykh izdelij. 2010. № 3. S. 9-11.

3. Nehssen, B., DeWachter, R., Goffeau, A. Classification of all putative permeases and other membrane plunspanners of the major facilitator superfamily encoded by the complete genome of *Saccharomyces cerevisiae* // FEMS Microbiol. Rev., 1997. 21,113-134.
4. Van Leeuwen C. Dubourdieu D. Influence of climate, soil, and cultivar on Terroir // American Journal of Enology and Viticulture. 2004. Vol. 55. № 3. P. 207-217.
5. Van Leeuwen C., Darriet P. The Impact of Climate Change on Viticulture and Wine Quality // Journal of Wine Economics. 2016. Vol. 11, № 1. P. 150-167 doi:10.1017/jwe.2015.21.
6. Ordua R.M. Climate change associated effects on grape and wine quality and production // Food Research International. 2010. Vol. 43, № 7. P. 1844-1855. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.05.001>
7. Mozell M.R., Thach E. The impact of climate change on the global wine industry: Challenges & solutions // Wine Economics and Policy. 2014. Vol. 3, № 2. P. 81-89. <https://doi.org/10.1016/j.wep.2014.08.001>.
8. Morata A. Red Wine Tehnology. 2019. Publisher:Academic Press. 468 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2017-0-01326-5>. ISBN 978-0-12-814399-5.
9. Bell S.J., Henschke P.A. Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine // Australian journal of grape and wine research. 2005. Vol. 11, P. 242-295.
10. Hough, J.S. Biotechnology of Malting and Brewing. – Cambridge: Cambridge University Press, 1985.
11. Kotenko S.C., Halilova E.A., Islammagomedova E.A. Biohimicheskie osobennosti shtamma *Saccharomyces cerevisiae* v usloviyah spirtovogo brozheniya // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. T.12 (33). №1(3). 2010. S. 721-723.
12. Ju Y.I., Xu G.Q., Yue X.F., Zhao X.F., Tu T.Y., Zhang J.X., Fang Y.L. Effects of Regulated Deficit Irrigation on Amino Acid Profiles and Their Derived Volatile Compounds in Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) Grapes and Wines // Molecules. 2018. Vol. 23 (8). Doi.org/10.3390/molecules23081983.
13. Miras-Avalos J.M., Bouzas-Cid Y., Trigo-Cordoba E., Orriol I.s, Falque E. Amino Acid Profiles to Differentiate White Wines from three Autochtonous Galician Varieties // Foods. 2020. Vol. 9. P. 114. Doi:10.3390/foods9020114.
14. Herbert P., Barros P., Alves A. Detection of port wine imitation by discriminant analysis using free amino acids profiles // Amer. J. Enol. And Viticult. -2000. 51.-№3.-P. 262-268.
15. Impact of forced-aging process on madeira wine flavor / H.O. Silva, P. Guedes de Pinho, B.P. Machado [et al.] // J. Agricultural and food chemistry. - 2008. - 56. - P. 11989-11996.
16. Ageeva N.M., Yakimenko E.N., Burcev B.V. O proizvodstve likernyh vin iz novyh krasnyh sortov vinograda [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2020. № 62(2). S. 149-163. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/20/02/13.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-2-62-149-163 (data obrashcheniya: 27.07.2022).
17. Kishkovskij Z.N., Skurihin I.M. Himiya vina // Agropromizdat. 1994. 254 s.
18. Katalog sortov vinograda, vyvedennyh vo VNNiViV im Ya.I. Potapenko i introducirovannyh v rezul'tate mezhdunarodnogo sotrudnichestva. Rostov n/D; SKNC VSh, 2003. 100 s.
19. Peynaud E., Lafon-Lafourcade S. Nitrogen nutrition of wine yeasts // Rev. Ferm. Ind. Aliment- 1961-17, № 1.- P. 11-16.
20. Kotenko S.C., Halilova E.A., Shelud'ko O.N., Mitrofanova E.A., Abakarova A.A., Islammagomedova E.A. Vliyanie prirodno-klimaticheskikh faktorov na sostav azotsoderzhashchih veshchestv v krasnyh stolovyh vinah [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2020. № 66(6). S. 382-395. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/20/06/27.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-6-66-382-395 (data obrashcheniya: 27.07.2022).