

Влияние агротехнических приемов выращивания винограда на состав микроэлементов столовых виноматериалов

Елена Николаевна Якименко, ст. науч. сотр. научного центра «Виноделие», канд. с.-х. наук, тел. 89182554377, e-mail: yakimenko_elen@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6062-8890>;

Наталья Михайловна Агеева, гл. науч. сотр. научного центра «Виноделие», д-р техн. наук, профессор, тел. 89184682525, e-mail: ageyeva@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9165-6763>;

Валерий Семенович Петров, заведующий функциональным научным центром «Виноградарство и виноделие», д-р с.-х. наук, тел. 89615004736, e-mail: petrov56@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0856-7450>;

Евгений Михайлович Михеев, аспирант научного центра «Виноградарство», тел. (861) 2525869, e-mail: mikheevjohn@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9138-3865>

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 350901, Россия, г. Краснодар, ул. 40-летия Победы, 39

Целью исследований, результаты которых приведены в статье, было установление влияния агротехнических приемов выращивания винограда на концентрацию микроэлементов в виноматериалах, произведенных из двух сортов винограда – белого Шардоне и красного Каберне-Совиньон, выращенного в ЗАО «Скалистый берег» Анапского района Краснодарского края. Переработку винограда проводили в условиях цеха ООО «Микровиноделие» по общепринятым технологиям. Массовую концентрацию микроэлементов определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии с применением прибора Квант Z. В результате проведенных исследований в виноматериалах идентифицированы алюминий, хром, кобальт, медь, марганец, рубидий, стронций, цинк, молибден и титан, концентрация которых варьировала в достаточно широких пределах. Установлено, что в виноматериале, изготовленном из ягод верхней части грозди, концентрация всех микроэлементов была выше. На сорте Шардоне наибольшее увеличение содержания микроэлементов отмечено при задержании через одно междурядье; изменение нагрузки не оказало существенного влияния на количество микроэлементов в виноматериале. На сорте Каберне-Совиньон при задержании почвы через одно междурядье возросло количество хрома, меди, цинка, молибдена и титана; задержание почвы в каждом междурядье в сравнении с контролем вызвало увеличение концентрации кобальта, титана, количество марганца, цинка и стронция было идентично контролю. Увеличение нагрузки приводило к небольшому уменьшению количества микроэлементов, а снижение нагрузки – к значительному увеличению. Оба сорта винограда отреагировали идентично на применение антитранспиранта Вапор Гард: в экспериментальных вариантах концентрация микроэлементов была выше в сравнении с контролем.

Ключевые слова: микроэлементы; виноматериал; задержание; нагрузка; экспозиция склона; антистрессант.

ORIGINAL RESEARCH

Influence of agrotechnical methods of growing grapes on the composition of trace elements of table wine materials

Elena Nikolaevna Yakimenko, Natalia Mikhaylovna Ageyeva, Valeriy Semionovich Petrov, Evgeniy Mikhailovich Mikheyev

Federal State Budget Scientific Institution North-Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40-letiya Pobedy Str., 350901, Krasnodar, Russia

The goal of the research, with the results indicated in the article, was the influence of agrotechnical methods in grapes cultivation on the concentration of trace elements in wine materials made of two grape varieties – white-berry 'Chardonnay' and red-berry 'Cabernet Sauvignon', grown in the CJSC 'Skalistsiy Bereg' Anapa district of Krasnodar Krai. Processing of grapes was carried out in the conditions of the workshop of LLC 'Mikrovinodeliye' according to generally accepted technologies. Mass concentration of trace elements was determined by the method of atomic absorption spectroscopy using the device Kvant Z. As a result of the studies conducted, following elements with varied concentration were identified in wine materials: aluminum, chromium, cobalt, copper, manganese, rubidium, strontium, zinc, molybdenum and titanium. It was found that the concentration of all trace elements was higher in wine material made of berries from the upper part of the bunch. In 'Chardonnay' variety the highest increase in the content of trace elements was observed in ground cover of the next but one row width; variation of loads did not have a significant effect on the number of trace elements in wine materials. In 'Cabernet Sauvignon' variety in ground cover of the next but one row width the content of chromium, copper, zinc, molybdenum and titanium increased; ground cover of each row width caused an increase in the concentrations of cobalt, titanium as compared to the control, the amount of manganese, zinc and strontium was identical to the control. The increase of the load resulted in a smaller decrease in the number of trace elements, and a decrease in the load led to its significant increase. Both grape varieties reacted identically to the use of anti-transpirant Vapor Gard: in experimental samples the concentration of trace elements was higher in comparison with the control.

Key words: trace elements; wine materials; ground cover; load; slope exposure; antistressant.

Как цитировать эту статью:

Якименко Е.Н., Агеева Н.М., Петров В.С., Михеев Е.М. Влияние агротехнических приемов выращивания винограда на состав микроэлементов столовых виноматериалов // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2020; 22(1); С. 39-43. DOI 10.35547/IM.2020.22.1.008.

How to cite this article:

Yakimenko E.N., Ageyeva N.M., Petrov V.S., Mikheyev E.M. Influence of agrotechnical methods of growing grapes on the composition of trace elements of table wine materials. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020; 22(1): 39-43. DOI 10.35547/IM.2020.22.1.008 (in Russian)

УДК 663.256:63485

Поступила 27.01.2020

Принята к публикации 17.02.2020

© Авторы

Введение. Микроэлементы как биологические катализаторы играют важную роль в биохимических процессах развития растений, в том числе винограда. Они способны образовывать органоминеральные соединения с белками, в том числе с ферментами, играющими важную роль в процессах метаболизма. Многие микроэлементы – медь, железо, магний, марганец, кобальт, цинк – входят в состав различных ферментов. При этом доказано [1–3], что одни металлы могут заменять другие, например, цинк в карбоангидразе заменяется медью, кобальтом и марганцем. При этом активность фермента не претерпевает существенных изменений.

Микроэлементы в настоящее время рассматриваются как рычаги регулирования урожая и его качества. Кроме того, они

оказывают определенное влияние на химический состав вина. Так, присутствие марганца и молибдена в вине способствует активации восстановительных процессов, снижению уровня редокспотенциала. Кроме того, исследования последних лет [4–6] свидетельствуют о том, что набор микроэлементов специфичен для конкретной местности. Поэтому микроэлементы могут служить в качестве маркеров, определяющих место произрастания винограда для вин с защищенным географическим указанием или вин с защищенным местом производства. По некоторым данным [6, 7], роль микроэлементов в развитии виноградной грозди и их изменение в зависимости от условий агротехники недостаточно изучены.

Содержание микроэлементов в винограде и далее в вине зависит от состава почвы, сорта, агротехнических приемов выращивания. В связи с этим многие микроэлементы могут служить маркерами при оценке сортовой и региональной принадлежности винограда. При этом известные подходы к идентификации вин по региональному признаку основаны на предположении о существовании взаимосвязей между элементарным составом в системе почва–агротехника выращивания–урожай винограда–качество и принадлежность вина.

Виноград (*Vitis vinifera* L.) относится к растениям с повышенной потребностью в элементах питания, в том числе в микроэлементах. Поэтому использование удобрений, содержащих микроэлементы, приводит к их появлению в виноградном сусле и вине [7, 8].

В публикациях отечественных и зарубежных исследователей указывается на изменение элементного состава при производстве вина. Так, в процессе брожения виноградного сусла количество микроэлементов уменьшается вследствие взаимодействия с различными компонентами с образованием осадков или частичного потребления дрожжами [9–11]. Так, ионы K^+ , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{3+} , P^{3+} используются дрожжами как необходимые факторы роста клеток; Fe^{3+} , Cu^{2+} участвуют в окислительно-восстановительных реакциях в роли катализаторов, влияют на коллоидное состояние белков и пектинов. При повышенных концентрациях железа ($> 5 \text{ мг/дм}^3$), медь ($> 0,2 \text{ мг/дм}^3$), олово ($> 1 \text{ мг/дм}^3$), цинк ($> 5 \text{ мг/дм}^3$), алюминий ($> 5 \text{ мг/дм}^3$) могут быть причиной помутнения вина вследствие образования нерастворимых продуктов взаимодействия с фосфатами и фенолами, процессами восстановления, гидратации или окисления. Однако большая часть микроэлементов идентифицируется в вине, т.е. по наличию и содержанию микроэлементов в вине можно получить определенное представление о влиянии агротехнических приемов выращивания винограда на количество микроэлементов. В свою очередь концентрация микроэлементов в виноградном сусле и вине во многом определяется агротехнически-



Рис. Схема опыта (ЗАО «Скалистый берег», 2017 г.)
Figure. Scheme of experiment (CJSC "Skalistsiy Bereg", 2017)

ми факторами.

В связи с этим целью работы было установить влияние агротехнических приемов выращивания винограда на концентрацию микроэлементов в вино-материалах, произведенных из двух сортов винограда – белого Шардоне и красного Каберне-Совиньон, выращенного в ЗАО «Скалистый берег» Анапского района Краснодарского края.

Объекты и методы.

Схема опыта на обоих сортах винограда представлена на рис. 1.

Переработку винограда проводили в условиях цеха ООО «Микровиноделие». Виноград сорта Шардоне прессовали с помощью пневматического пресса, полученное сусло (все варианты – в одинаковых условиях) сбразживали при температуре $18–20^{\circ}\text{C}$ реактивированными клетками активных сухих дрожжей расы Оеноферм (Германия). При остаточном сахаре порядка 4 г/дм^3 молодой вино-материал отделяли от дрожжевого осадка и анализировали.

Виноград красного сорта Каберне-Совиньон дробили, полученную мезгу сбразживали при температуре $23–25^{\circ}\text{C}$ реактивированными клетками активных сухих дрожжей расы Оеноферм руж (Германия). По достижении массовой концентрации сахаров $50–60 \text{ г/дм}^3$ вино-материал отделяли от мезги, дображивали и направляли на аналитические исследования.

Концентрацию микроэлементов определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии (в трехкратной повторности) на приборе Квант-Z с предварительным озолоением проб. В таблице представлены средние данные трех определений.

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований в вино-материалах идентифицированы алюминий, хром, кобальт, медь, марганец, рубидий, стронций, цинк, молибден и титан, количество которых варьировало в достаточно широких пределах (таб.), что согласуется с известными литературными данными [12–14]. При этом следует отметить различную реакцию сортов винограда Шардоне и Каберне-Совиньон на примененные агротехнические приемы, что объясняется генетическими особенностями сорта.

Влияние части грозди. Вино-материал был приготовлен из $\frac{3}{4}$ части грозди, расположенной ближе к лозе; и, соответственно, $\frac{1}{4}$ части грозди – это нижняя

Таблица. Массовая концентрация катионов металлов, мг/дм³ (ЗАО «Скалестый берег», 2017 г.)
Table. Mass concentration of metal cations, mg/dm³ (CJSC "Skalisty Bereg", 2017)

Наименование виноматериала	Al	Cr	Co	Cu	Mn	Rb	Zn	Sr	Mo	Ti
Опыт 1. Части грозди										
Каберне-Совиньон, верхняя часть (3/4 грозди)	1,21	0,95	1,48	2,13	12,78	1,46	0,91	1,71	0,08	0,12
Каберне-Совиньон, нижняя часть (1/4 грозди)	0,43	0,63	1,01	0,07	10,94	0,98	0,64	1,55	0,02	0,04
Опыт 2. Содержание почвы										
Шардоне (черный пар)	1,13	1,50	1,83	2,35	9,87	0,77	0,37	1,50	0,10	0,13
Шардоне (задернение через 1 междурядье)	2,05	1,30	0,73	0,34	10,58	1,25	0,46	2,79	0,05	0,07
Шардоне (задернение в каждом междурядье)	1,78	1,36	0,74	0,42	8,66	2,70	0,69	1,94	0,07	0,06
Каберне-Совиньон (черный пар)	1,32	0,82	1,27	0,15	10,05	1,13	0,77	1,72	0,12	0,04
Каберне-Совиньон (задернение через 1 междурядье)	0,86	1,17	1,83	1,86	8,68	0,61	1,02	1,41	0,13	0,08
Каберне-Совиньон (задернение в каждом междурядье)	0,29	0,17	1,69	0,06	10,00	1,13	0,79	1,66	0,10	0,14
Опыт 3. Нагрузка кустов урожаем										
Шардоне (контроль производственный, кусты)	3,93	1,00	0,72	4,03	10,26	2,24	0,42	1,85	0,11	0,12
Шардоне (контроль + 20%)	3,27	1,06	0,88	3,69	11,05	3,19	0,46	2,15	0,07	0,10
Шардоне (контроль - 20%)	2,37	1,00	1,08	2,66	6,98	2,88	0,52	2,15	0,06	0,05
Каберне-Совиньон (контроль производственный, кусты)	0,34	1,03	0,59	0,33	8,04	1,43	0,65	1,66	0,12	0,07
Каберне-Совиньон (контроль + 20%)	0,27	1,00	0,10	0,11	8,55	1,07	0,28	1,73	0,10	0,05
Каберне-Совиньон (контроль - 20%)	1,26	0,22	1,65	0,55	9,67	2,30	0,82	2,43	0,12	нет
Опыт 4. Антистрессант										
Шардоне (контроль без обработки)	1,28	0,86	0,73	2,13	9,92	1,15	0,56	3,61	0,07	0,06
Шардоне (обработка 1% Вапор Гард)	1,44	0,98	0,69	3,68	10,00	2,58	0,65	2,80	0,12	0,10
Каберне-Совиньон (контроль без обработки)	2,16	0,70	0,74	0,04	9,03	1,75	0,38	2,10	0,04	0,03
Каберне-Совиньон (обработка 1% Вапор Гард)	4,55	1,22	0,93	0,11	9,48	1,76	0,47	2,17	0,12	0,08
Опыт 5. Экспозиция склонов										
Шардоне (север)	0,67	1,01	0,65	2,82	10,16	1,19	0,45	1,78	0,03	0,02
Шардоне (юг)	1,23	1,16	0,72	3,61	10,28	3,11	0,66	2,01	0,06	0,05
Каберне-Совиньон (север)	1,11	0,94	1,42	0,37	8,95	0,98	0,56	1,46	0,03	0,03
Каберне-Совиньон (юг)	2,54	1,12	1,61	0,67	9,40	0,97	0,71	2,13	0,12	0,10

часть, расположенная ближе к почве. Установлено, что в виноматериале, изготовленном из верхней части грозди, концентрация всех микроэлементов была выше. Это, скорее всего, связано с тем, что миграция микроэлементов из почвы проходит по твердым элементам грозди. При этом верхняя часть грозди расположена значительно ближе к гребню и лозе. С другой стороны, это свидетельствует о неравномерном распределении микроэлементов по высоте грозди даже при полной технологической зрелости винограда.

Содержание почвы. Известно [13, 15, 16], что задернение почвы виноградников с применением многолетних трав приводит к ускорению массообмен-

ных процессов в растении, способствует повышению устойчивости винограда к заболеваниям и вредителям. В результате экспериментов установлено, что задернение почвы через одно междурядье при выращивании сорта Шардоне вызвало увеличение концентрации количества алюминия, марганца, рубидия, цинка, стронция в виноматериале. Задернение почвы в каждом междурядье в сравнении с контролем привело к возрастанию количества рубидия, цинка, стронция. Концентрация остальных микроэлементов заметно снижалась. Возможно, это связано с уменьшением содержания подвижных форм этих элементов в почве при задернении или дополнительным поглощением

этих элементов корнями трав.

Сравнивая два варианта с задернением, можно отметить, что на сорте Шардоне наибольшее увеличение содержания микроэлементов отмечено при задернении через одно междурядье.

На сорте Каберне-Совиньон установлена иная зависимость: при задернении почвы через одно междурядье возросло количество хрома, меди, цинка, молибдена и титана; задернение почвы в каждом междурядье в сравнении с контролем вызвало увеличение концентрации кобальта, титана; количество марганца, цинка и стронция было идентично контролю. Содержание остальных микроэлементов значительно снизилось.

Нагрузка. Известно, что нагрузка виноградного растения побегами и урожаем являются одними из самых сильных факторов, влияющих на биосинтетические способности винограда, массообменные и ферментативные процессы, при этом отдельные элементы по-разному реагируют на изменение внешнего фактора [17, 18]. Как следствие, нагрузка растения оказывает определенное влияние на компонентный состав катионов металлов винограда и вина. Однако на сорте Шардоне изменение нагрузки не оказало существенного влияния на количество микроэлементов в виноматериале. Так, увеличение нагрузки вызвало незначительно возрастание концентрации катионов кобальта, марганца, рубидия, цинка, стронция, уменьшилось содержание алюминия, молибдена. Снижение нагрузки растения на 20% привело к уменьшению концентрации алюминия, меди, марганца, молибдена и титана.

Сорт винограда Каберне-Совиньон реагировал на изменение нагрузки более активно. Отмечена следующая закономерность на большинстве катионов металлов (за исключением хрома): увеличение нагрузки приводило к небольшому уменьшению количества микроэлементов, а снижение нагрузки – к значительному увеличению. Наибольшие изменения отмечены у алюминия, кобальта и меди. Установлено, что концентрация молибдена практически не изменялась, а в варианте со снижением нагрузки титан не обнаружен.

Применение антистрессанта Вапор Гард, образующего защитную пленку на поверхности ягоды, направлено на уменьшение испарения воды. Это приводит к концентрированию экстрактивных компонентов, в том числе солей металлов, в виноградной ягоде. В результате проведенных исследований установлено, что оба сорта винограда отреагировали идентично: в экспериментальных вариантах концентрация микроэлементов была выше в сравнении с контролем.

Экспозиция склона. Известно, что ягоды на куштах, произрастающих на южном склоне, получают больше солнечной энергии. С этим связывают яркость и типичность окраски, уменьшение сроков созревания и более интенсивное сахаронакопление.

Проведенные исследования показали, что выращивание винограда обоих исследованных сортов на южном склоне способствовало увеличению накопления в виноматериале практически всех исследованных микроэлементов. В виноматериалах из сорта ви-

нограда Шардоне отмечено наибольшее увеличение концентрации алюминия, рубидия, молибдена и титана; на сорте Каберне-Совиньон – алюминия, меди, цинка, стронция, молибдена и титана.

Таким образом, представленные экспериментальные данные свидетельствуют о существенном влиянии агротехнических приемов на миграцию микроэлементов в виноградную гроздь и далее в вино. При этом, концентрация микроэлементов обуславливается сортовыми особенностями винограда.

Источники финансирования

Не заявлен.

Financing source

Not declared.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы/References

1. Gomes M., Jefferson S. Effect of dehydration process on mineral content, phenolic compounds and antioxidant activity of Cabernet Sauvignon and Merlot grapes // Food Research International. 2013. No. 54. pp. 1343– 1350.
2. Toaldo M., Fogolari O. Effect of grape seeds on the polyphenol bioactive content and elemental composition by ICP-MS of grape juices from *Vitis labrusca* L. // LWT Food Science and Technology. 2013. No. 53. pp. 72– 86.
3. Смирнов К.В., Малтабар Л.М., Раджабов А.К., Матузук Н.В. Виноградарство. – М.: МСХА, 1998. – 511с.
Smirnov K.V., Maltabar L.M., Radjabov A.K., Matuzok N.V. Viticulture. M.: MSKHA. 1998. 511p. (in Russian)
4. Власова О., Магомедов Г., Бахмулаева З. Элементный состав почв и винограда ампелоэкопотов центральной и южной зон Дагестана // Проблемы развития АПК региона. – 2013. – № 14. – С. 3
Vlasova O., Magomedov G., Bakhmulaeva Z. Elemental composition of soils and grapes of ampelocotopes of the central and southern zones of Dagestan. Problemy razvitiya APK regiona. – 2013. No. 14. p. 3 (in Russian)
5. Аникина Н.С., Жилыкова Т.А., Гержилова В.Г., Владимировна Л.Г., Семенчи А.В., Черкашина А.Ф., Сарварова Н.Н., Горбунова Е.В. Минеральный состав виноградных вин – идентификационный признак их аутентичности // "Магарач". Виноградарство и виноделие – Ялта, 2010. – № 1. – С.33–34.
Anikina N.S., Zhilyakova T.A., Gerzhikova V.G., Vladimirova L.G., Semenchi A.B., Cherkashina A.F., Sarvarova N.N., Gorbunova E.V. The mineral composition of grape wines – an identification sign of their authenticity. Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie. Yalta. 2010. No. 1. pp. 33–34 (in Russian)
6. Gonzalez A., Llorens A., Cervera M.L., Armenta S., de la Guardia M. Elemental fingerprint of wines from the protected designation of origin Valencia. Food Chemistry, 2009, vol. 112, pp. 26–34. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.05.043.
7. Brainina Kh.Z., Stozhko N.Y., Belysheva G.M., Inzhevatoва O.V., Kolyadina L.I., Cremisini C. and Galletti M.. Determination of heavy metals in wines by anodic stripping voltammetry with thick-film modified electrode. Analyt. Chim. Acta, 2004. p. 514, pp. 227 – 234.
8. Cugnetto A. Tracing the “terroirs” via the elemental composition of leaves, grapes and derived wines in Nebbiolo (*Vitis vinifera* L.) / A. Cugnetto, A. Laura, L. Rolle, S. Guidoni, V. Gerbi // – Scientia Horticulturae. 2014. 172. pp.101–108.

9. Алейникова Г.Ю. Агротехнические и технологические параметры возделывания винограда для получения вин контролируемых наименований Г.Ю. Алейникова // дис. канд. с.-х. наук. Краснодар, 2006. — 27с.
- Aleynikova G.Yu. Agrotechnical and technological parameters of grapes cultivation to obtain wines of controlled titles. Dissertation of Cand.of Sci. Krasnodar. 2006. p. 27 (*in Russian*)
10. Geana I., Iordache A., Ionete R., Marinescu A., Ranca A., Culea M. Geographical origin identification of Romanian wines by ICP-MS elemental analysis. Food Chemistry, 2013, Vol. 138, pp. 1125–1134. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.11.104.
11. Jones G.V., Reid R. and A. Vilks (2012). Climate, Grapes, and Wine: Structure and Suitability in a Variable and Changing Climate. pp. 109-133 in The Geography of Wine: Regions, Terroir, and Techniques, edited by P. Dougherty. Springer Press, p. 255
12. Салманов М. Минеральный состав винограда / М. Салманов, Т. Исригова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2004. – №1. – С. 12-15.
- Salmanov M. Mineral composition of grapes. Edited by Salmanov M., Isrigova T. Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. 2004. No. 1. pp. 12-15. (*in Russian*)
13. Петров В.С. Научные основы биологической системы содержания почвы на виноградниках. Монография. – Новочеркасск, 2003. – 170 с.
- Petrov V.S. Scientific basis of biological system of soil maintenance in the vineyards. Monografiya. Novocherkassk. 2003. 170 p. (*in Russian*)
14. Coetzee P.P., Steffens F.E., Eiselen R.J., Augustyn O.P., Balcaen L., Vanhaecke F. Multi-element analysis of South African wines by ICP-MS and their classification according to geographical origin. J. Agric. Food Chem.. 2005. Vol. 53. pp. 5060-5066. doi: 10.1021/jf048268n
15. Клименко О.Е., Клименко Н.И., Акчурин А.Р., Клименко Н.Н. Воздействие биоудобрений и многолетних трав на содержание некоторых микроэлементов в почве и растении винограда (*Vitis vinifera*) // Проблемы агрохимии и экологии, 2016, № 4, С.23–30.
- Klimentko O.E., Klimentko N.I., Akchurin A.R., Klimentko N.N. The effect of biofertilizers and perennial herbs on the content of certain trace elements in the soil and plant of grapes (*Vitis vinifera*). Problemy agrokhimii i ekologii. 2016. No. 4. pp.23–30 (*in Russian*)
16. Ramona BĂLC, Tudor TĂMAȘ, Gabriela POPIȚĂ, Gabriela VASILE, Maria Cristina BRATU, Delia Maria GLIGOR. Assessment of chemical elements in soil, grapes and wine from two representative vineyards in Romania / Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences. August 2018. Vol. 13. No. 2. pp. 435–446
17. Шольц-Куликов Е.П., Каракозова Е.В. Формирование высокого качества винограда для производства вина // Виноград и вино России. – 2000. – № 6. – С. 28–30.
- Scholz-Kulikov E.P., Karakozova E.V. The formation of high quality grapes for wine production. Vinograd i vino Rossii. 2000. No. 6. pp. 28–30 (*in Russian*)
18. E. Peterlunger, E. Celotti et al. Effect of Training System on Pinot Noir Grape and Wine Composition. Amer. J. Enol. and Viticult. 2002. 53, No. 1. pp. 14–18.