

Влияние абиотических и биотических факторов на развитие кислой гнили ягод винограда

Евгения Спиридоновна Галкина, канд. с.-х. наук., ст. науч. сотр., вед. науч. сотр. лаборатории защиты растений, galkinavine@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4322-4074>;

Елена Александровна Болотянская, науч. сотр. лаборатории защиты растений, saklina@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2218-8019>;

Владимир Владимирович Андреев, мл. науч. сотр. лаборатории защиты растений, vovka.da.89@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3540-1045>;

Сергей Юрьевич Белаш, мл. науч. сотр. лаборатории генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда, asp@magarach-institut.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7422-6588>

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

В последние годы на виноградниках Южного берега Крыма участились случаи потери весомой доли урожая такого ценного технического сорта винограда, как Мускат белый из-за интенсивного поражения кислой гнилью гроздей в период их созревания. С целью определения факторов биотической и абиотической природы, способствующих развитию данного заболевания и поиска наиболее эффективных способов ее контроля, в 2016–2019 годах на участке сорта Мускат белый (филиал «Ливадия» ГУП РК «ПАО «Массандра», ЮБК) была выполнена серия полевых опытов. В результате проведенных исследований установлено, что основными факторами, способствующими развитию кислой гнили, являются температура воздуха, количество осадков, интенсивность поражения ягод оидиумом и повреждения их растительными трипсами, скорость сахаронакопления. За четыре года наблюдений в условиях Южного берега Крыма установлена сильная зависимость степени поражения ягод винограда сорта Мускат белый кислой гнилью от количества осадков за июль–сентябрь ($r=0,7-0,8$), степени развития оидиума ($r=0,8-0,9$) и повреждения кожицы ягод трипсами ($r=0,6-0,7$), а также от содержания сахара в соке ягод винограда ($r=0,8-0,9$).

Ключевые слова: виноград; кислая гниль; оидиум; трипсы; температура; осадки; влажность воздуха; накопление сахаров.

Введение. В последние два десятилетия производители винограда в Крыму все чаще сталкиваются с проблемой потери количества и ухудшения качества урожая таких ценных технических сортов, как Мускат белый, Мускат розовый и др. вследствие поражения их гроздей кислой гнилью. На сегодняшний день известны результаты исследований, проводимых на виноградных насаждениях Европы и Северной Америки, направ-

Как цитировать эту статью:

Галкина Е.С., Болотянская Е.А., Андреев В.В., Белаш С.Ю. Влияние абиотических и биотических факторов на развитие кислой гнили ягод винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2020; 22(2); С. 148-152. DOI 10.35547/IM.2020.72.16.012

How to cite this article:

Galkina Ye.S., Bolotianskaya E.A., Andreyev V.V., Belash S.Yu. Influence of abiotic and biotic factors on the development of sour rot of grape berries. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020; 22(2):148-152. DOI 10.35547/IM.2020.72.16.012

УДК634.8:632.35/.25

Поступила 20.03.20

Принята к публикации 20.05.2020

© Авторы

ORIGINAL RESEARCH

Influence of abiotic and biotic factors on the development of sour rot of grape berries

Yevgenia Spiridonovna Galkina, Elena Aleksandrovna Bolotianskaya, Vladimir Vladimirovich Andreyev, Sergey Yurievich Belash

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

In recent years cases of loss of a significant share of the yield of such a valuable wine grape variety as 'Muscat Blanc' due to intense sour rot of bunches in the ripening period have become more frequent in vineyards of the South Coast of Crimea. In order to determine factors of biotic and abiotic nature contributing to the development of this disease, and for finding the most effective ways to control it, series of field experiments were carried out on the close of 'Muscat Blanc' grape variety in 2016–2019 (Livadiya branch of FSUE PJSC Massandra, South Coast of Crimea). As a result of the studies, it was found that the main factors contributing to the development of sour rot are air temperature, depth of rainfall, the intensity of damage to berries by oidium and affection by phytivorous thrips, and the speed of sugar accumulation. For four years of observations in the conditions of the South Coast of Crimea, a strong dependence of the degree of affection of 'Muscat Blanc' grape variety with sour rot on the depth of rainfall in July – September ($r = 0.7-0.8$), the degree of development of oidium ($r = 0.8-0.9$) and damage to the skin of berries by thrips ($r = 0.6-0.7$), as well as on the sugar content in the juice of grape berries ($r = 0.8-0.9$).

Key words: grapes; sour rot; oidium; thrips; temperature; rainfall; air humidity; sugar accumulation.

ленных на определение этиологии данного заболевания, а также влияния экологических факторов на интенсивность его развития. Полученные результаты пока не позволяют полностью раскрыть природу кислой гнили ягод винограда, но дают возможность резюмировать, что это многофакторное заболевание, внезапное появление которого происходит при сочетании определенных физиологических изменений, определяемых погодными условиями и агротехникой выращивания. Наиболее вредоносна кислая гниль тогда, когда период созревания винограда характеризуется повышенной теплообеспеченностью и большим количеством осадков [1–6].

На сегодняшний день развитие кислой гнили связывают с дрожжами таких видов, как *Hanseniaspora uvarum*, *Candida zemplinina*, *Pichia membranifaciens*, *Metschnikowia pulcherrima*, *Saccharomyces crataegensis*, *Zygosaccharomyces bisporus* и др., а также бактериями *Gluconobacter oxydans*, *Gluconobacter cerinus* и *Acetobacter malorum* и др. [7–11].

Любое повреждение кожицы ягод насекомыми, птицами, фитопатогенами, а также отделение ягоды от плодоножки является потенциальной точкой проникновения инфекции в ягоду [2, 6, 7]. Повреждение также может быть вызвано увеличением размера ягод из-за влажной погоды, и особенно затрагивает сорта с тонкой кожицей и плотными гроздьями [3, 4].

Кислая гниль обычно связана с наличием на винограде видов дрозофилы (плодовой мухи, *Drosophila melanogaster*), которая всегда ассоциируется с кислой гнилью и является основным переносчиком заболевания [12, 13]. Некоторые авторы утверждают, что в специальных экспериментах при преднамеренном ранении ягод на виноградниках и отсутствии плодовой мухи раны затягивались без развития заболевания [4, 12]. Эти опыты подтверждают значение плодовой мухи для распространения и развития кислой гнили.

Результаты изучения влияния погодных условий на развитие гнили показывают, что интенсивность заболевания была самой высокой при 20–25 °С и осадках. Усиление поражения ягод заболеванием наблюдали при содержании сахаров в диапазоне 13,4–15,5 г/100 см³ [12, 13].

Развитие кислой гнили винограда в условиях Южного берега Крыма отмечали на гроздях сорта Мускат белый, ранее пораженных оидиумом, растительноядными трипсами, также оно было сопряжено с развитием на ягодах комплекса гнилей и активным летом плодовой мушки. Ежегодное наблюдение за развитием кислой гнили винограда показывает стремительное нарастание его интенсивности с третьей декады августа до второй декады сентября [14, 15].

Цель исследования. Изучение влияния абиотических (температура воздуха, количество осадков, относительная влажность воздуха) и биотических факторов (состояние виноградного растения, развитие оидиума, повреждение ягод растительноядными трипсами) на интенсивность поражения кислой гнилью ягод винограда сорта Мускат белый в условиях Южного берега Крыма.

Методы исследований. Полевые исследования проводились в 2016–2019 годах на базе лаборатории защиты растений Института «Магарач», в условиях агроэкологического стационара на виноградном участке ценного технического сорта Мускат белый (филиал «Ливадия» ФГУП «ПАО «Массандра», п. Ливадия) методом полевых опытов с использованием общепринятых в виноградарстве и защите растений методик [16–18]. Учеты и наблюдения проводили в условиях естественного инфекционного фона по основным фенологическим фазам развития винограда, при этом определяли сроки появления и интенсивность поражения гроздей винограда кислой гнилью, оидиумом и повреждения растительноядными трипсами в динамике. В период созревания винограда проводили определение динамики сахаронакопления в соке ягод. Также детально анализировались метеорологические условия – показатели среднесуточной температуры воздуха и количества осадков.

Результаты исследований. В период с 2016 по 2019 годы наблюдали развитие кислой гнили как в сильной,

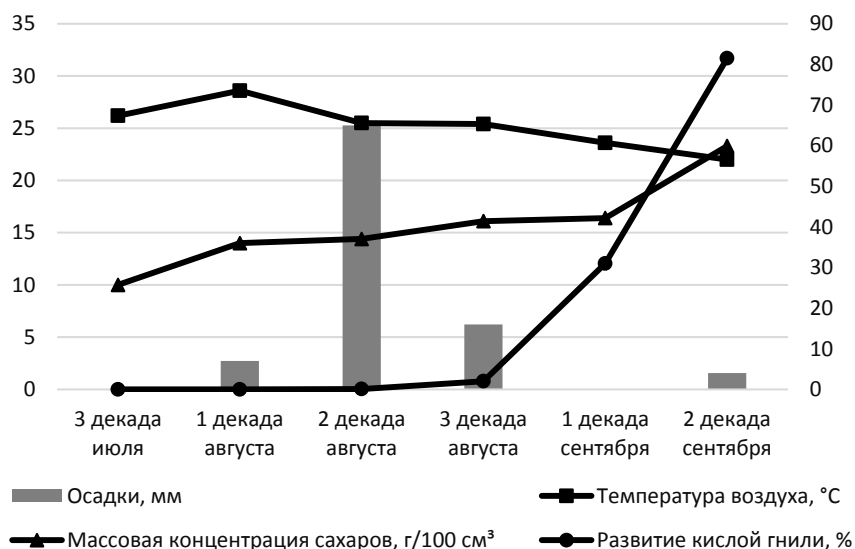


Рис. 1. Динамика развития кислой гнили в условиях 2016 г. на гроздях винограда Мускат белый в условиях Южного берега Крыма.

Fig. 1. Dynamics of the development of sour rot on bunches of 'Muscat Blanc' grape variety in the conditions of South Coast of Crimea in 2016

так и в средней степени, что напрямую связано с погодными условиями вегетационных периодов.

Наблюдения за динамикой развития кислой гнили на ягодах винограда на опытном участке сорта Мускат белый показали, что в 2016 году после появления первых пораженных ягод в начале второй декады августа развитие заболевания проходило стремительно с третьей декады августа и увеличилось с 2 % (25.08) до 81,5 % (16.09). В целом, сезон вегетации 2016 года характеризовался повышенным температурным режимом и влагообеспеченностью в летние месяцы. Проявлению поражения ягод винограда кислой гнилью предшествовало выпадение 65 мм осадков и начало лета плодовой мушки *Drosophilla spp.* во второй декаде августа, среднесуточные температуры воздуха в этот период были на уровне 25,5 и 25,4 °С, содержание сахаров в соке ягод – 14–16,1 г/100 см³ (рис. 1).

В 2017 году на опытном участке кислую гниль отмечали в течение более продолжительного периода и с большей интенсивностью, чем в 2016 году. По данным метеостанции г. Ялта, среднесуточная температура воздуха в июне–августе 2017 года превышала среднепогодные показатели, максимально – в августе – на 2,1 °С. Количество осадков в целом за сезон вегетации было больше среднепогодных показателей на 152,6 мм. Основное количество осадков – 35,5 и 22,5 %, зафиксировано в мае и июне. Первые случаи развития кислой гнили на ягодах наблюдали в конце июля на фоне выпадения осадков (21 мм) и среднесуточной температуры воздуха 25 °С.

Нарастание интенсивности заболевания в первой-третьей декадах августа – с 3,8 % (3.08) до 58,2 % (29.08) – протекало при увеличении содержания сахаров в соке ягод с 13 до 17,9 г/100 см³, появлении первых особей плодовой мушки в первой декаде августа, выпадении 31 мм осадков во второй декаде и среднесуточных температурах воздуха 29,9; 27,3 и 23 °С в первой, второй и третьей декадах августа соответственно (рис. 2).

В 2018 г. первые единичные случаи поражения ягод винограда сорта Мускат белый кислой гнилью отмечали в конце третьей декады июля (27–31.07). В конце первой декады августа (07.08) уже наблюдали отдельные грозди с максимальным баллом развития заболевания, что свидетельствует о стремительном патогенезе кислой гнили. Активный лет плодовой мушки (*Drosophilla spp.*) отмечали 9.08. Интенсивность поражения гроздей кислой гнилью к концу первой декады августа достигала 35,6 %, во второй декаде – 59,3 %, к концу третьей декады августа – более 80 %. Такие особенности развития заболевания были обусловлены погодными условиями, которые характеризовались большим количеством осадков в июле; повышенным температурным режимом, почвенной и воздушной засухой в августе (рис. 3).

Также развитию кислой гнили сопутствовали активный лет плодовой мушки *Drosophilla spp.* (в зоне пораженной грозди насчитывалось около 12–15 особей насекомого) и интенсивное накопление сахаров в соке ягод – в первой декаде августа их содержание уже достигало 16,3 г/100 см³, а в третьей декаде – 23,3 г/100 см³ (рис. 3).

Период созревания винограда сорта Мускат белый в 2019 г. характеризовался умеренным развитием кислой гнили. Июль и первая декада августа 2019 г. отличались меньшей теплообеспеченностью по сравнению с предыдущими годами проведения исследований. В середине июля минимальный показатель среднесуточной температуры составил 15,5 °С, что было на 4 °С ниже по сравнению с 2017 и 2018 гг. К концу третьей декады июля максимальная температура составила 29 °С. В первой половине августа минимальная температура воздуха достигала 16,9 °С, максимальная – 31 °С, что на 4 и 2,7 °С ниже аналогичного периода 2017 и 2018 гг. Первые случаи развития заболевания на ягодах фиксировали в первой декаде августа (9.08), когда данный показатель не превышал 5 %, к концу августа (30.08) он увеличился до 34,8 % (рис. 4).

Умеренное развитие кислой гнили проходило на фоне слабого лета плодовой мушки *Drosophilla spp.* (единичные особи в зоне гроздей) на опытном участке и менее интенсивного накопления сахаров в соке ягод винограда Муската белого по сравнению с предыдущими годами (рис. 4).

Таким образом, результаты наблюдений 2016–2019 гг. позволяют сделать вывод о том, что интенсив-

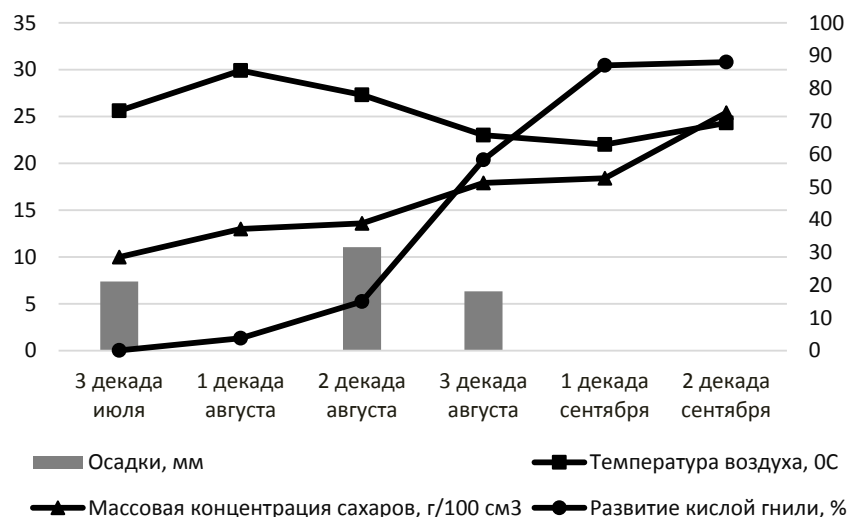


Рис. 2. Динамика развития кислой гнили в условиях 2017 г. на гроздях винограда Мускат белый в условиях Южного берега Крыма.

Fig. 2. Dynamics of the development of sour rot on bunches of 'Muscat Blanc' grape variety in the conditions of South Coast of Crimea in 2017

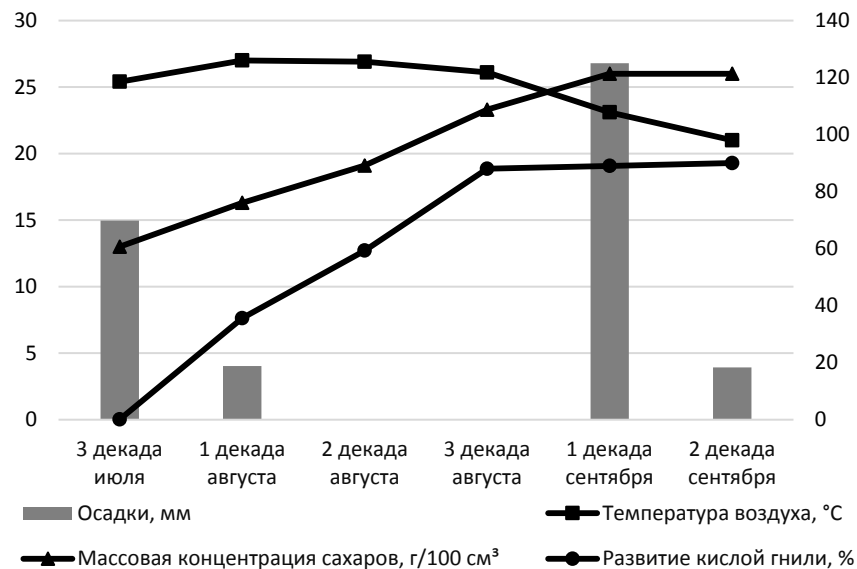


Рис. 3. Динамика развития кислой гнили в условиях 2018 г. на гроздях винограда Мускат белый в условиях Южного берега Крыма.

Fig. 3. Dynamics of the development of sour rot on bunches of 'Muscat Blanc' grape variety in the conditions of South Coast of Crimea in 2018

ность развития кислой гнили напрямую зависит от температуры воздуха и количества осадков в период созревания винограда. Установлена тесная корреляционная связь между интенсивностью развития кислой гнили и суммой осадков в июле-августе ($r=0,77-0,8$).

На виноградниках Южного берега Крыма, практически ежегодно наблюдаются эпифитотии оидиума винограда (*Erisiphe necator* Burr.) в связи с благоприятными погодными условиями для его развития. В процессе развития патогена на гроздях происходит повреждение кожицы ягоды. На гроздях с сильным поражением оидиумом – на уровне 95–100 %, в дальнейшем развивается кислая гниль с интенсивностью 58–88 %. На протяжении четырех лет установлена высокая степень корреляции между уровнем

развития кислой гнили ягод винограда и интенсивностью развития оидиума ($r=0,8-0,9$).

В годы проведения исследований наблюдали повсеместное распространение комплекса растительноядных трипсов, доминирующий вид – трипс виноградный *Drepanothrips reuteri* Uzel. Интенсивность повреждения гроздей трипсами может достигать 66,7 %. На контроле без применения инсектицидов и фунгицидов в защите от трипсов и кислой гнили развитие болезни было на уровне 35–80 %. При проведении трех специализированных инсектицидных опрыскиваний для контроля развития трипсов, биологическая эффективность к моменту сбора урожая в 2016–2019 гг. была на уровне 60–93,7 %. Анализ полученных данных свидетельствует о высокой степени корреляции между уровнем развития кислой гнили и повреждением ягод растительноядными трипсами ($r=0,6-0,7$).

За три года исследований, за исключением 2018 г., наблюдали умеренное сахаронакопление. При увеличении содержания сахаров в соке ягод к моменту сбора урожая фиксировали интенсивное развитие заболевания. Следовательно, установлена высокая зависимость уровня развития кислой гнили от содержания сахаров в соке ягод винограда – коэффициент корреляции составил $r=0,8-0,9$.

Выводы. В результате исследований 2016–2019 гг. установлено, что к моменту сбора урожая сорта Мускат белый в условиях Южного берега Крыма, его грозди поражаются кислой гнилью в основном в сильной степени. Подтверждено влияние биотических факторов: сильная степень корреляции между уровнем развития кислой гнили ягод винограда и интенсивностью оидиума ($r=0,8-0,9$), а также повреждением ягод растительноядными трипсами ($r=0,6-0,7$); высокая зависимость уровня развития кислой гнили от содержания сахаров в соке ягод винограда – коэффициент корреляции составил $r=0,8-0,9$. Установлена тесная корреляционная связь между интенсивностью развития кислой гнили и суммой осадков в июле-августе ($r=0,7-0,8$). Наблюдаемая в период проведения исследований сопряженность интенсивности развития кислой гнили ягод винограда с активностью лета плодовой мушки *Drosophilla spp.* свидетельствует о необходимости в дальнейшем разработки методов мониторинга данного насекомого на виноградных насаждениях.

Источник финансирования

Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного задания № 0833-2019-0011 (0833-2015-0007).

Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0833-2019-0011 (0833-2015-0007).

Конфликт интересов

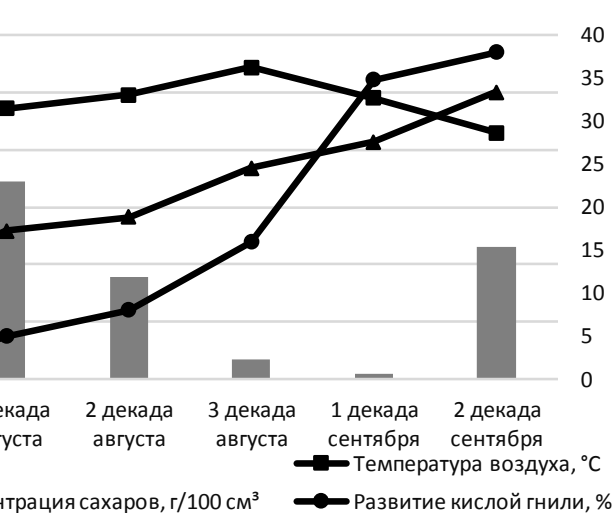


Рис. 4. Динамика развития кислой гнили в условиях 2019 г. на гроздях винограда Мускат белый в условиях Южного берега Крыма.

Fig. 4. Dynamics of the development of sour rot on bunches of 'Muscat Blanc' grape variety in the conditions of South Coast of Crimea in 2019

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы/References

- Mcfadden-Smith W. and Gubler W. D. Sour Rot. in: Compendium of Grape Diseases, Pests, and Disorders. 2015. 2nd Ed. W. F. Wilcox, W. D. Gubler, and J. K. Uyemoteo, eds. APS Press, St. Paul, MN. 232 p.
- Marchetti R. Recherche sur l'etiologie d'une nouvelle maladie de la grappe: la pourritureacide. R. Marchetti, M. E. Guerzoni, M. Gentile. Vitis. 1984. Vol. 23. pp. 55-65.
- Gravot E., Blancard D., Feraud M., Lonvaud A., Joyeux A. La Pourriture acide. I. Étiologie: recherché de causes de cettepourriture dans le vignoble bordelaise. 2001. Phytoma 543. pp. 36-39.
- Barata A., Santos S.C., Malfeito-Ferreira M., Loureiro V. New insights into the ecological interaction between grape berry microorganisms and Drosophila flies during the development of sour rot. 2012. Microb. Ecol. 64. pp. 416-430.
- Gadoury D.M., Seem R.C., Wilcox W.F., Henick-Kling T., Conterno L., Day A., Ficke A. Effects of diffuse colonization of grape berries by Uncinula necator on bunch rots, berry microflora, and juice and wine quality. 2007. Phytopathol. 97. pp. 1356-1365.
- Rosi C. Black rot and Summer Bunch Rot (Sour rot) [Electronic resource] C. Rosi. The Grapevine. 2012. 12 p. Access mode: <https://cynthiarosi.files.wordpress.com/2011/03/black-rot-sour-rot-article-april-2012.pdf>.
- Barata A., Malfeito-Ferreira M., Loureiro V. The microbial ecology of wine grape berries. Int J Food Microbiol. 2012. Feb 15. 153(3). pp. 243-259.
- Barata A., Malfeito-Ferreira M., Loureiro V. Changes in sour rotten grape berry microbiota during ripening and wine fermentation. Int J Food Microbiol. 2012. Mar 15. 154(3). pp. 152-161.
- Agarbaty A., Canonico L., Ciani M., Comitini F. The impact of fungicide treatments on yeast biota of Verdicchio and Montepulciano grape varieties. PLoS One. 2019 Jun 20. 14(6): e0217385.
- Oliva J., Navarro S., Navarro G., Camara M.A., Barba A. Integrated control of grape berry moth (Lobesiaobtrana), powdery mildew (Uncinulanecator), downy mildew (Plasmoparaviticola) and grapevine sour rot (Acetobacter

- spp.). 1999. CropProt. 18. pp. 581-587.
12. Huber C. Etiology and Management of Grape Sour Rot. PhD thesis, Dept. of Biological Sciences, Brock University, Ontario. 2016. 176 p.
13. Hall M.E., Loeb G.M., Cadle-Davidson L., Evans K.J. and Wilcox W.F. 2018. Grape sour rot: a four-way interaction involving the host, yeast, acetic acid bacteria, and insects. *Phytopathology* 108. pp.1429-1442.
14. Алейникова Н.В., Галкина Е.С., Андреев В.В., Болотянская Е.А., Шапоренко В.Н. Этиология и контроль гнилей ягод винограда сорта Мускат белый в условиях Южного берега Крыма // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2018. – № 54(06). – С. 110-123
- Aleinikova N.V., Galkina Ye.S., Andreyev V.V., Bolotianskaya E.A., Shaporenko V.N. The etiology and control of rotten berries of 'Muscat Blanc' grapes in the conditions of the South Coast of Crimea. *Fruit growing and viticulture in the South of Russia*. 2018 . No. 54 (06). pp. 110-123 (*in Russian*).
15. Andreiev V. V., Galkina Ye. S. Control over sour rot development on grapes. Systems biology and bioinformatics: the ninth International young scientists school SBB-2017 (Yalta, Republic of Crimea, Russia, 25-30 June, 2017); abstracts / compilers: O. Petrovskaya, Y. Orlov, S. Zubova. Novosibirsk: ICGSBRAS. 2017. pp. 11-12.
16. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Урожай, 1985. – 336 с.
- Dospikhov B.A. The methodology of field experience. М: Urozhay. 1985. 336 p. (*in Russian*)
17. Иванченко В. И., Бейбулатов М. Р., Антипов В. П. и др. Методические рекомендации по агротехническим исследованиям в виноградарстве Украины / под ред. А. М. Авидзба. – Ялта: ИВиВ «Магарач». – 2004. – 264 с.
- Ivanchenko V.I., Beybulatov M.R., Antipov V.P. et al. Methodological recommendations for agrotechnical research in the viticulture of Ukraine. Ed. by A.M. Avidzba. Yalta: IViV Magarach. 2004. 264 p. (*in Russian*).
18. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под. ред. В. И. Долженко. – С.-Пб., 2009 г. – 378 с.
- Guidelines for registration testing of fungicides in agriculture. Under. ed. V.I.Dolzhenko. S.-Pb.. 2009. 378 p. (*in Russian*).