

УДК 632.952

DOI 10.30679/2587-9847-2020-29-170-177

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНГИЦИДОВ ПРОТИВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ГНИЛЕЙ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ В ПЕРИОД ХРАНЕНИЯ

Марченко Н.А., аспирант, м.н.с.; Якуба Г.В. канд. биол. наук., с.н.с.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Северо-Кавказский
Федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия" (Краснодар),
marchekonikita@yandex.ru

Реферат. Представлены результаты оценки эффективности трех фунгицидов в контроле комплекса гнилей плодов яблони, развивающихся при хранении. В условиях Краснодарского края при хранении плодов яблони сорта Голден Делишес Рейнджерс в течение 6 месяцев состав микромицетов был представлен 7 родами: *Alternaria* (Nees), *Botrytis* (Fr.), *Cladosporium* (Fres.), *Fusarium* Link, *Gloeosporium* Desm. et Mont., *Monilinia* (G.Winter) Honey, *Penicillium* Link. Наиболее распространенными гнилями были пенициллезная, потери, от которой составили в контрольном варианте 20,6 %, и кладоспориозная, потери составили 9,3 %. В результате исследований установлено, что в изменяющихся средовых условиях даже высокоэффективные фунгициды не контролируют весь спектр микозов, развивающихся на плодах яблони при длительном хранении. Лучший контроль патоконплекса гнилей обеспечивал Геокс, ВДГ(500 г/кг флудиоксонила): эффективность составила от 96,6 до 100 %, за исключением серой гнили – эффективность снижалась до 62,5 %. Фунгицид Медея, МЭ (50 г/л дифеноконазола + 30 г/л флутриафола) показал нестабильную защиту: от кладоспориоза, монилиоиза, фузариоза на уровне 100 %, от пенициллеза на уровне 77,4-100 %, от серой гнили от 12,5 до 100 %. Эффективность Строби, ВДГ(500 г/кг крезоксим-метила)также значительно варьировала: при защите от пенициллеза – от 20 до 100 %, при защите от кладоспориоза и серой гнили – от 62,5 до 100 %.

Ключевые слова: Яблоня, гнили плодов при хранении, фунгициды, эффективность

Summary. Evaluations of the effectiveness of three fungicides in the control of the complex of apple fruit rot, safe during storage, are presented. Under the conditions of the Krasnodar region, during storage of apple fruits of the Golden Delicious Rejndzhers variety for 6 months, the composition of micromycetes was represented by 7 genera: *Alternaria* (Nees), *Botrytis* (Fr.), *Cladosporium* (Fres.), *Fusarium* Link, *Gloeosporium* Desm. et Mont., *Monilinia* (G. Winter) Honey, *Penicillium* Link. The most common rot were blue mold, the loss from which in the control variant was 20.6%, andblack mould, the loss was 9.3%.As a result of research, it has been established that even highly effective fungicides do not control the entire spectrum of mycoses developing on apple fruits during long-term storage under changing environmental conditions. The maximumcontrol of the pathocomplex of rot was provided by Geox, WDG (500 g/kg fludioxonil): the efficiency ranged from 96.6 to 100%, with the exception of gray rot - the efficiency decreased to 62.5%. Fungicide Medea, ME (50 g/l difenoconazole + 30 g/l flutriafol) showed unstable protection: from cladosporium rot, gray mold, fusarium rot at the level of 100%, from blue mold at the level of 77.4-100%, from gray rot from 12.5 to 100%. The efficiencyof Strobry, WDG (500 g/kg kresoxim-methyl) also varied significantly: with protection against blue mould - from 20 to 100%, with protection against black mould and gray rot - from 62.5 to 100 %.

Key words: Apple, postharvest diseases, fungicides, the efficiency

Введение. Яблоня (*Malus x domestica* Borkh.) – одна из важнейших культур на рынке фруктов в мире. По данным ФАО, в 2016 году в мире было собрано около 86 миллионов тонн яблок [1]. Важным вопросом в реализации продукции является не только защита плодов во время вегетации, но и сохранность их в период хранения. Одной из причин потерь хранящегося урожая могут быть фитопатогенные грибы, развивающиеся на плодах яблони. В Европейских странах общие потери от гнилей плодов хранения могут достигать от 20 до 25 % [2], в России – от 8 до 28 % [3]. Поскольку большинство возбудителей гнилей хранения заражают плоды еще в саду, система защиты урожая при хранении начинается уже в период вегетации. Созревающие плоды обрабатывают фунгицидами, зарегистрированными для борьбы с болезнями хранения по соответствующим для каждого из препаратов регламентам, после чего яблоки закладываются на долгосрочное или краткосрочное хранение.

По общемировым данным, насчитывается около 16 родов возбудителей, вызывающих болезни плодов яблони при хранении. Наиболее широкое распространение в мире получили возбудители родов: *Penicillium* Link – сизая гниль, или пенициллез; *Botrytis* (Fr.) – серая гниль; *Cladosporium* (Fres.) – оливковая плесневидная гниль; *Neofabraea* (Fr.) – горькая гниль, или антракноз; *Alternaria* (Nees) – альтернариозная гниль; *Fusarium* Link – фузариозная гниль; *Monilinia* (G.Winter) Honey – монилиозная гниль [4]. Распространенность и частота встречаемости каждого из них значительно зависит от климатических условий, в которых находится плодоносящий сад. Так, в 2013-2015 годах в Чешской Республике в садах интенсивного типа были наиболее распространены грибы родов *Neofabraea*, *Penicillium*, *Alternaria*: в соотношении 9,7 – 2,05 – 1,4 % пораженных плодов от общего урожая [2]. В Норвегии в 2015 году наибольшее распространение получили виды родов *Colletotrichum* (Corda), *Neofabraea* в соотношении 64 и 30 % от всего количества зараженных плодов [5]. Гриб *Penicillium expansum* Link во Франции поражал от 30 до 60 % плодов во время хранения [6].

При построении защиты плодов от гнилей хранения необходимо учитывать чувствительность каждого микопатогена к действующим веществам используемых препаратов. Так, по исследованиям в Латвии, эффективность дифеноконазола, дитианона, ципродинила и боскалида против *Neofabraea* spp. была на уровне 41-45 %, против *Alternaria* spp. – в среднем 50 % [9]. В России в условиях Краснодарского края в 2015-2016 годах высокую эффективность против комплекса гнилей показали препараты: Геокс, ВДГ (флудиоксонил 500 г/кг) и Эмбрелия, СК (дифеноконазол 40 г/л + изопиразам 100 г/л) 98,0-99,9 % [7]. В 2019 году проводились исследования по изучению ингибирующего эффекта бактерий вида *Bacillus amyloliquefaciens* SL-6 против доминирующих микопатогенов при хранении яблок на территории Аргентины – *P. expansum*, *A. alternata*, *B. cinerea*; биологическая эффективность бактерий против этих видов составила соответственно 67, 59 и 80 %. В России, в Краснодарском крае, было проведено исследование по оценке антагонистической активности биопрепаратов против комплекса фитопатогенных грибов, развивающихся при хранении плодов яблони, в результате которого выяснилось, что фунгицид Витаплан, СП проявляет наибольшую активность в отношении *A. alternata*, *B. cinerea* и *Phytophthora cactorum* (Leb. et Cohn) Schroet. В то время как препарат Экстрасол, Ж показал лучшую эффективность в отношении *Ph. digitatum*, *B. cinerea*, *Gleosporium album* Osterw. и *Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fuckl. [13].

В связи с глобальным изменением климата, внедрением новых сортов яблони, происходит постоянное изменение распространенности и агрессивности микопатогенов, в том числе вызывающих гнили плодов при хранении. Это приводит к необходимости уточнения эффективности зарегистрированных фунгицидов в борьбе с гнилями хранения.

Цель исследований – для изменяющихся условий среды оптимизировать защиту яблони от комплекса микозов плодов при хранении. Задача исследования: провести

оценку эффективности фунгицидов, зарегистрированных для контроля болезней плодов при хранении на территории Российской Федерации.

Объекты и методы исследований. Для выполнения задачи исследований проводили обработки фунгицидами: Геокс, ВДГ (500 г/кг флудиоксонила) с нормой расхода 0,4 кг/га; Медея, МЭ (50 г/л дифеноконазола + 30 г/л флутриафола) с нормой расхода 1,2 л/га; Строби, ВДГ (500 г/кг крезоксим-метила) с нормой расхода 0,26 кг/га. Мелкоделяночный полевой опыт выполняли в июле-сентябре 2019 г. согласно общепринятым методикам в центральной подзоне Прикубанской зоны Краснодарского края: на участке промышленного сада, ЗАО ОПХ «Центральное», г. Краснодар, на сорте Голден Делишес Рейнджерс, 2009 г. посадки, схема посадки 4,0 x 1,2 м, сад 2009 г. посадки. Размер делянок – 4 дерева, размещение рендомизированное; повторность четырехкратная. Обработки проводили ранцевым опрыскивателем «Solo 423 PORT»; расход рабочей жидкости из расчета 1000 л/га. В контрольном варианте не проводили опрыскивания для защиты плодов от болезней хранения.

Обработки выполняли согласно зарегистрированному для каждого из препаратов регламенту применения. Фаза развития растений в момент каждой обработки (шкала BBCH):

- Геокс, ВДГ: 20 августа, за 21 день до снятия урожая, стадия 81 - «начало спелости плодов (сортоспецифическое посветление основной окраски) и 29 августа, за 12 дней до снятия урожая, стадия 85 - «продвинутая спелость плодов, в возрастающей мере сортотипичная интенсивность окраски»;

- Медея, МЭ: 22 июля, за 50 дней до снятия урожая, стадия 77 «около 70 % сортотипичного размера плодов достигнуто» и 1 августа, за 40 дней до съема плодов, стадия 78 «около 80 % сортотипичного размера плодов достигнуто»;

- Строби, ВДГ: 23 июля, за 49 дней до снятия урожая, стадия 77 и 6 августа, за 35 дней до снятия урожая, стадия 79 «около 90% сортотипичного размера плодов достигнуто».

Вегетация 2019 г. отличалась наличием следующих экстремальных погодных условий: в апреле в 1-й декаде понижение температуры до -1,0 °С, во 2-й декаде до -0,9°С. Температура воздуха была выше нормы: в мае в 1-й декаде на 2,0 °С; во 2-й декаде на 2,5 °С; в 3-й декаде на 2,8 °С; в июне в 1-й декаде на 4,4 °С; во 2-й декаде на 5,3 °С; в 3-й декаде на 3,8 °С; в августе в 3-й декаде на 3,0°С, в сентябре в 1-й декаде на 2,5°С. Осадки выше нормы отмечались в апреле во 2-й декаде (186 % нормы); в июле во 2-й (361 %) и 3-й декадах (395 %); в августе во 2-й декаде 136 %.

Способ уборки урожая: вручную с каждого модельного дерева. Дата уборки урожая: 10 сентября.

Плоды хранили в течение 6 месяцев. Хранение плодов яблони осуществлялось в холодильных камерах с поддержанием в них постоянной относительной влажности воздуха в пределах 90-95 % и температуры +2-3°С. Развитие болезней на плодах учитывали ежемесячно согласно общепринятой методике. Видовой состав патогенов устанавливали по морфологическим признакам с использованием определителей в лаборатории биотехнологического контроля фитопатогенов и фитофагов ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Обсуждение результатов. При снятии плодов с дерева был проведен визуальный анализ плодов яблони на наличие механических повреждений и повреждений, вызываемых болезнями и вредителями (табл.). Были отмечены солнечные ожоги, имеющие единичное распространение, которые образовались в связи с аномально высокими дневными температурами при отсутствии облачности. Учеты показали, что во всех вариантах плоды не имели физиологических пятнистостей, микротрещин, а также поражения паршой; повреждение яблонной плодовой жоркой было единичным. Было

отмечено два вида плодовых гнилей, которые имели слабое распространение, наибольшее – в контрольном варианте.

Таблица 1 – Повреждения плодов яблони сорта Голден Делишес Рейнджерс в саду перед закладкой на хранение, ЗАО «ОПХ «Центральное», 2019 г.

Вид поражения (повреждения) плодов	Процент пораженных/поврежденных плодов			
	Геокс, ВДГ	Медея,	Строби, ВДГ	Контроль
Физиологические пятнистости	0	0	0	0
Микротрещины	0	0	0	0
Солнечные ожоги	0,6	0,6	0,6	0,6
Плодовые гнили:				
<i>Gloeosporium</i> spp.	0	0	0	0,3
<i>Monilia</i> spp.	0,1	0,1	0	1,1
Парша <i>Fusicladium dendriticum</i>	0	0	0	0,3
Яблонная плодоярка <i>Laspeyresia pomonella</i> L.	0,1	0,1	0,1	0,1

Учеты распространения гнилей на плодах в период хранения показали следующее. При длительном хранении плодов яблони состав микромицетов был представлен 7 родами: *Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Gloeosporium* Desm. et Mont., *Monilinia*, *Penicillium*. В контроле состав патогенов ежемесячно варьировал: в первый месяц хранения развивалась только пенициллезная гниль; в течение второго месяца развивалось 3 вида гнили – пенициллезная, горькая и кладоспориозная; в течение третьего – также 3 вида гнили, в течение четвертого – 4; после пяти месяцев обнаруживался наиболее широкий состав гнилей – 6; после шести месяцев – 5 видов гнили (рис. 1).

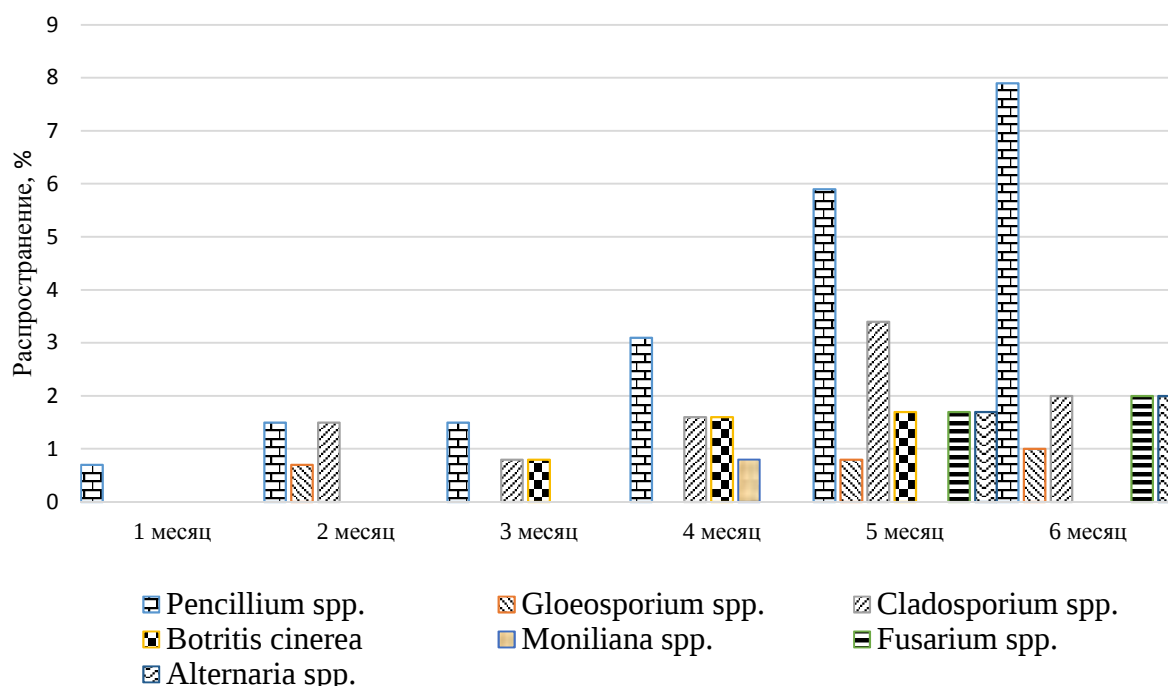


Рисунок 1 – Распространение болезней плодов яблони при хранении в контрольном варианте

На протяжении всего периода хранения наибольшую вредоносность имела пенициллезная гниль: за шесть месяцев хранения суммарно ею было поражено 20,6 % плодов контрольного варианта. Второй по распространенности была кладоспориозная гниль: она также развивалась весь период хранения, исключая первый месяц, суммарно на 9,3 % плодов контроля. Другие гнили проявлялись в слабой степени. Серая гниль развивалась на протяжении третьего и четвертого месяцев хранения, суммарно на 4,1 % плодов, фузариозная и альтернариозная гнили – в течение пятого и шестого месяцев, каждая на 3,7 % плодов контроля. Поражение горькой гнилью отмечалось в течение второго и пятого месяцев, суммарно на 2,5 % плодов, поражение монилиозной гнилью – только в течение четвертого месяца.

Фунгицид Геокс, ВДГ в контроле основного заболевания – пенициллезной гнили – обеспечивал полное ее сдерживание в течение первых трех месяцев хранения и высокую биологическую эффективность защиты от болезни – 96,6-98,7 % – в течение пятого и шестого месяцев (рис. 2). Значительное снижение эффективности – до 58,1 % отмечалось только после четвертого месяца хранения. Препарат обеспечил на протяжении всего периода хранения полное блокирование второй доминирующей гнили – кладоспориозной. В отношении серой гнили Геокс, ВДГ показал нестабильную эффективность: полное сдерживание болезни в течение третьего месяца и снижение уровня защиты до 62,5 % в течение четвертого месяца хранения. Была установлена 100 %-я эффективность фунгицида при защите от второстепенных по значимости гнилей плодов: фузариозной, альтернариозной, монилиозной, горькой.

Фунгицид Медея, МЭ показал нестабильный уровень защиты от большинства видов гнили плодов при хранении. Так, развитие пенициллезной гнили препарат полностью сдерживал только в течение первого и третьего месяцев хранения; в течение второго месяца практически не контролировал развитие болезни; в течение четвертого месяца показал эффективность на уровне 77,4 %; был высокоэффективен в течение пятого-шестого месяцев – на уровне 88,1-91,1 % (рис. 3). Серая гниль в течение третьего месяца не контролировалась фунгицидом – биологическая эффективность составила 12,5 %, тогда как в течение четвертого и пятого месяца на плодах этого варианта не развивалась. Защита от горькой гнили полностью обеспечивалась в течение второго месяца и не обеспечивалась в течение пятого и шестого месяцев: эффективность варьировала от 12,5 до 30 %. Развитие кладоспориозной гнили препарат сдерживал на протяжении всего периода длительного хранения, а также полностью защищал плоды от монилиозной и фузариозной гнилей.

Фунгицид Строби, ВДГ, как и препарат Медея, МЭ, не показал стабильного сдерживания патокомплекса гнилей плодов при хранении. От доминирующего вида гнили – пенициллеза – препарат защищал плоды полностью в течение первого, второго, а также пятого месяцев и высокоэффективно – в течение последнего месяца хранения: на уровне 92,4 % (рис. 4). В течение третьего месяца пенициллезная гниль в этом варианте не контролировалась – биологическая эффективность составляла 20,0 %; в течение четвертого месяца сдерживание болезни также было недостаточным – на уровне 61,3 %. Кладоспориозная гниль не развивалась, в отличие от контроля, в течение второго, третьего и пятого месяцев хранения. В течение четвертого и шестого месяцев защита от нее была недостаточной – соответственно 62,5 и 70,0 %. Развитие серой гнили полностью блокировалось в течение третьего месяца и на уровне 62,5 % в течение четвертого месяца. На плодах варианта не отмечалось развитие монилиозной, глеоспориозной, фузариозной и альтернариозной гнилей.

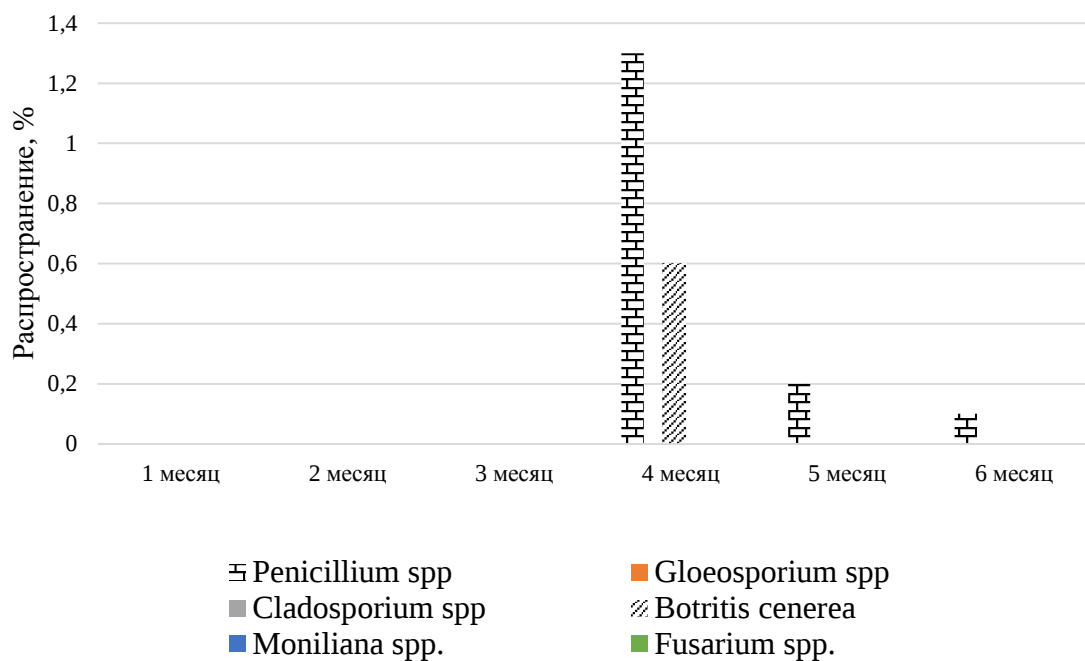


Рисунок 2 – Распространение болезней плодов яблони при хранении после применения Геокс, ВДГ

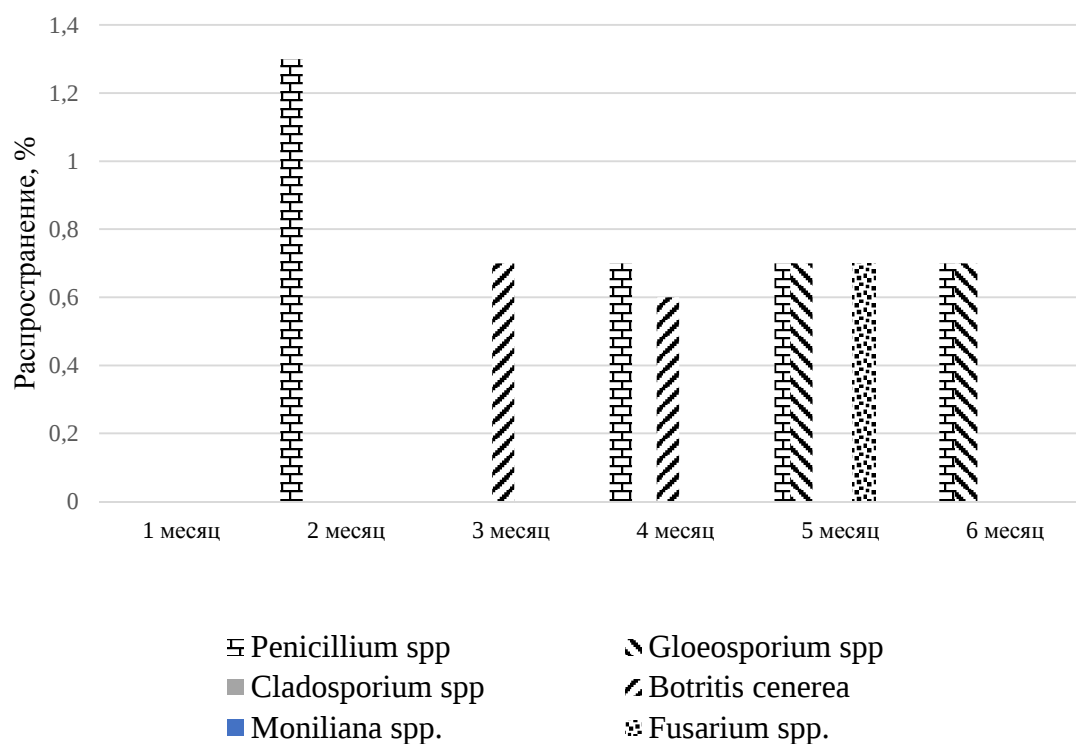


Рисунок 3 – Распространение болезней плодов яблони при хранении после применения Медея, МЭ

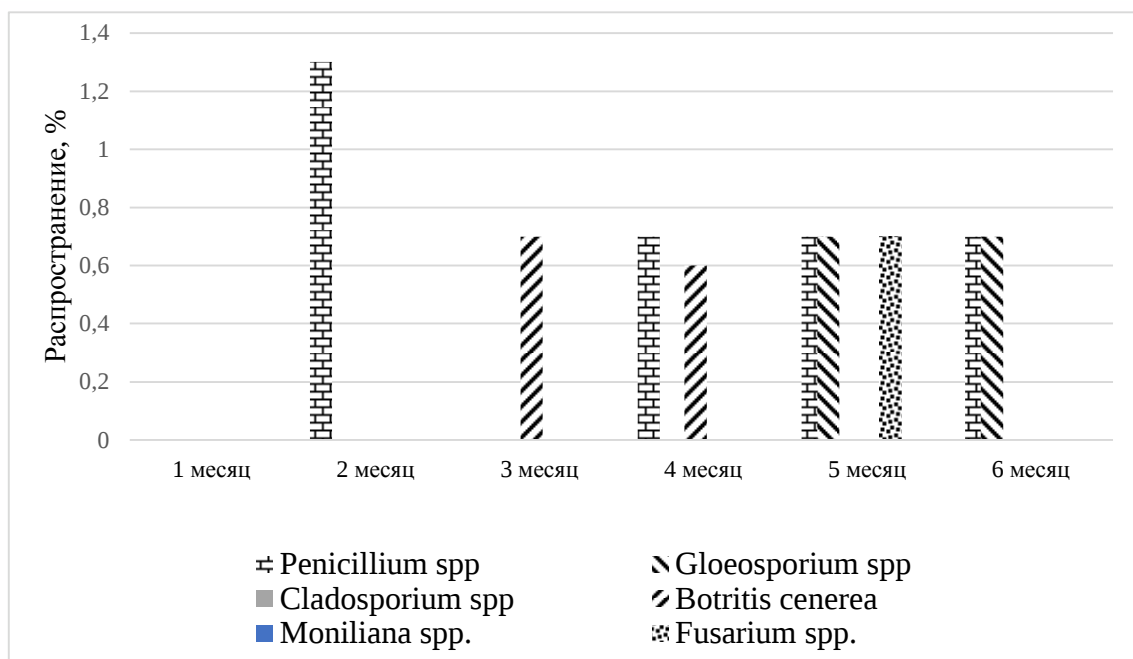


Рисунок 4 – Распространение болезней плодов яблони при хранении после применения Строби, ВДГ

Выводы. Таким образом, испытания показали, что в изменяющихся средовых условиях даже высокоэффективные фунгициды не всегда способны контролировать весь спектр микозов, развивающихся на плодах яблони при длительном хранении, в частности, во второй его половине. Очевидно, широкий видовой состав микромицетов и изменение погодных условий требуют совершенствования технологии применения фунгицидов для контроля болезней плодов при хранении. Необходимы исследования по оптимизации технологии в нескольких направлениях: подбор чередования препаратов в обработках перед закладкой плодов яблони на длительное хранение, а также поиск новых средств защиты, максимально охватывающих весь спектр возбудителей болезней плодов при хранении.

Литература

1. FAO, 2018 Fao [www. document]. URL (accessed 11.30.18). <http://www.fao.org/faostat>.
2. Grantina-Ievina L. Fungi causing storage rot of apple fruit in integrated pest management system and their sensitivity to fungicides // Rural Sustainability Research. – 2015. – P. 11. <https://doi10.1515/plua-2015-0007>
3. Якуба, Г.В. Снижение вредоносности доминирующих возбудителей болезней плодов яблони, развивающихся при хранении // Научные труды Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства.– 2015. № 22 (4). С. 81-88.

4. Giraud M., G. Bompei. Postharvest diseases of pome fruits in Europe: perspectives for integrated control // Workshop on Pome Fruit Diseases. – 2011, – V.84. – P. 257-264.
5. Amiri A., Hawkins A., Mulvaney K. Study of fitness, virulence, and fungicide sensitivity of *Lambertella corni-marisi* causing yellow rot on apple // Plant Disease. – 2017. V. 101. – № 5. – P. 738-743. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-16-1101-RE>
6. Novotny D., Lukas J., Brozova J., Ruzickova P. Comparison of the occurrence of fungi causing postharvest diseases of apples grown in organic and integrated production systems in orchards in the Czech Republic // Czech mycology. – 2019. – V. 71(1). – P. 99-121. <https://doi.org/10.33585/cmy.71107>.
7. Morales H., Marin S., Ramos A.J., Sanchis V. Influence of post-harvest technologies applied during cold storage of apples in *Penicillium expansum* growth and patulin accumulation: A review // Food Control. – 2010. – V. 21 (7). P. 953–962. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2009.12.016>.
8. Якуба Г.В. Эмбриология и Геофитология – качество хранения плодов яблони, начинающееся с цветения // Г.В. Якуба // Защита и карантин растений. – 2017. – № 8. – 37-39.
9. Novotny D., Lukas J., Brozova J., Ruzickova P. Comparison of the occurrence of fungi causing postharvest diseases of apples grown in organic and integrated production systems in orchards in the Czech Republic // Czech mycology. – 2019. – V. 71(1). – P. 99-121. [doi: 10.33585/cmy.71107](https://doi.org/10.33585/cmy.71107).
10. Hawkins A., Mulvaney K. Study of fitness, virulence, and fungicide sensitivity of *Lambertella corni-marisi* causing yellow rot on apple // Plant Disease. – 2017. – V. 101. – P. 738-743. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-16-1101-RE>
11. «Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве», С.-Пб., 2009 г.
12. Cozzolino M.E, Distel J.S., Garcia P. A., Mascotti M. L., Ayub M.J., Benazzi L.M., Di Masi S.N., Silva P. G. Control of postharvest fungal pathogen in pome fruits by lipopeptides from a *Bacillus* sp. isolate SL-6 // Scientia Horticulturae. – 2020. – V. 261. P. 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108957>
13. Кабалина Д.В., Першакова Т.В., Лисовой В.В., Морарь М.В. Разработка технологии подготовки яблок к краткосрочному хранению и их хранение в условиях искусственного охлаждения // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020. № 63 (3). С. 307-3017.