^{1,2}Н. С. Томашевич, СНС, К. С.-Х. Н.,

²А. М. Асатунова, зав. лаб., к. б. н.,

²Н. М. Сидоров, мнс,

²А. И. Хомяк, н. с.,

²А. Е. Козицын, мнс,

²Т. М. Сидорова, СНС, к. б. н.

ФГБНУ ВНИИБЗР, г. Краснодар

¹tom-s2@yandex.ru, ²biocontrol-vniibzr@yandex.ru

УДК 634.11:632.937

DOI 10.31676/2073-4948-2018-55-288-295

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ЯБЛОНИ ОТ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ПАРШИ И МУЧНИСТОЙ РОСЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ БИОФУНГИЦИДОВ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ И ОРГАНИЧЕСКОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Резюме. Цель исследования – изучить технологию применения новых биофунгицидов от возбудителей парши *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter и мучнистой росы *Podosphaera leucotricha* (Ellis & Everh.) E.S. Salmon в интегрированной системе защиты растений и органическом земледелии. В 2016 и 2017 году были заложены производственные эксперименты по определению биологической и хозяйственной эффективности лабораторных образцов биофунгицидов в условиях Ростовской области и Краснодарского края. В качестве эталона использовалась стандартная хозяйственная технология – применение традиционных в данной системе земледелия средств защиты растений. В условиях Ростовской области в 2016 и 2017 перед уборкой урожая в зависимости от сорта яблوك распространенность болезни на плодах в хозяйственном эталоне составляла 2,5 и 40,7%, а на лучшем опытном варианте не превышала 1,6 и 36,0%. Урожайность яблони при применении тестовой технологии была на 24% выше, чем при применении стандартной технологии. В условиях Краснодарского края на ранних этапах развития мучнистой росы и альтернариоза влияние лабораторных образцов биофунгицидов было достаточно эффективным. Эффективность была соответственно на 1,5-5,5% и 8-13% выше, чем в технологии с применением коммерческих биопрепаратов. Применение лабораторных образцов биофунгицидов в молодом саду способствовало сохранению урожайности на 25-105% по отношению к стандартной технологии. Применение технологий на основе лабораторных образцов биофунгицидов ФГБНУ ВНИИБЗР в зависимости от типа системы земледелия позволяли сэкономить до 70% затрат на покупку фунгицидов.

Ключевые слова: *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas chlororaphis*, биофунгицид, микробиологический препарат, биологическая эффективность, хозяйственная эффективность, яблоня.

Summary. The goal of research was to study the technology of new biofungicides application against pathogens *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter and *Podosphaera leucotricha* (Ellis & Everh.) E.S. Salmon in the integrated system of plant protection and organic farming. In 2016 and

2017 production tests were carried out to determine the biological and economic efficacy of laboratory samples of biofungicides under the conditions of Rostov Region and Krasnodar Krai. Regular technology of the traditional plant protection products application was used as a standard. In the conditions of the Rostov region in 2016 and 2017 before harvesting, depending on the variety of apples, the prevalence of the disease on fruits in the economic standard was 2.5 and 40.7%, and in the best experimental version did not exceed 1.6 and 36.0%. In the conditions of the Rostov region in 2016 and 2017 before harvesting, depending on the apple variety, the prevalence of the disease on fruits in the economic standard was 2.5 and 40.7%, and in the best experimental version did not exceed 1.6 and 36.0%. The yield of apples with the application of the test technology was 24% higher than with the use of the standard technology. The laboratory samples of biofungicides were quite effective at early stages of powdery mildew and alternaria development in Krasnodar Krai. We observed higher efficacy than in the technology using commercial biological preparations, 1.5-5.5% and 8-13% respectively. The use of laboratory samples of biofungicides in a young garden contributed to the preservation of yield by 25-105% in comparison to the standard technology. Application of the technology based on the biofungicides laboratory samples, depending on the type of farming system, allowed to save up to 70% of the cost of the fungicides.

Keywords: *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas chlororaphis*, biofungicide, microbiopreparation, biological effectiveness, economic effectiveness, apple tree.

Введение

Интенсификация сельскохозяйственного производства зачастую ведет к увеличению химических обработок за сезон. Особенно в плодовых насаждениях, где их количество может достигать 20 и более [1]. В соответствии с Указом Президента РФ «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» в ближайшие 10-15 лет одним из приоритетов научно-технологического развития России следует считать разработку и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных культур. Поэтому при планировании системы защиты растений, в первую очередь, как можно большее внимание следует уделять агротехническим и биологическим методам. Другое технологическое направление, активно развивающееся в настоящее время в России – «органическое сельское хозяйство» [2]. Оно основано на применении только органических удобрений и биологических средств защиты растений. В связи с этим ученые в России и в мире активно проводят исследования, подтверждающие эффективность биологических средств защиты растений от болезней и вредителей [3-5].

Технологии возделывания сельскохозяйственных культур в интегрированном (экологизированном) и органическом земледелии имеют как общие принципы, так и определенные различия [6]. В связи с этим, целью настоящей работы было изучение эффективности лабораторных образцов биофунгицидов на основе штаммов бактерий *Bacillus subtilis* BZR 336g,

B. subtilis BZR 517, *Pseudomonas chlororaphis* 245F и технологий их применения против возбудителей парши *Venturia inaequalis* Wint. и мучнистой росы *Podosphaera leucotricha* Salm. в различных технологиях защиты плодовых культур на примере яблони.

Материалы и методы

Объектами исследований служили лабораторные образцы биофунгицидов на основе штаммов бактерий *Bacillus subtilis* BZR 336g, *B. subtilis* BZR 517, *Pseudomonas chlororaphis* 245F, разработанные в лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ФГБНУ ВНИИБЗР. В 2016 и 2017 году были заложены производственные эксперименты по определению их биологической и хозяйственной эффективности на базе плодовых хозяйств с интенсивной технологией возделывания яблони (ООО «Агрофирма «Красный сад», Ростовская область, 2016-2017 гг.) и системой органического земледелия (ИП «Струков», Краснодарский край, 2016 г.). Агротехника опытов общепринятая в хозяйстве. Площадь каждого варианта в 2016 году составляла 0,5 га, в 2017 году – 3 га. Сорта выбирались с учетом опыта использования в хозяйствах. В связи с тем, что опыты проводились в условиях реального производства, контрольных участков без обработки оставлено не было. В качестве эталона использовалась стандартная хозяйственная технология – применение традиционных в данной системе земледелия средств защиты растений.

В хозяйстве с интенсивной технологией возделывания яблони (ООО «Агрофирма «Красный сад», Ростовская область), использующем химическую защиту растений от вредных организмов, проводили испытание лабораторных образцов биофунгицидов на модельных сортах яблони Ред Чиф (2016 год) и Айдаред (2017 год). В первой половине вегетации (до цветения) деревья обрабатывали только химическими препаратами (меди гидроокись, ципродинил, метирам (поликарбозин), меди хлорокись + цинеб). Затем проводили обработки лабораторными образцами биофунгицидов. Такая тактика защиты растений была связана, во-первых, с тем, что в это время деревья наиболее уязвимы для поражения грибными болезнями [12]. А, во-вторых, с тем, что большинство химических препаратов, применяемых в садах, являются системными и имеют достаточно длинный период ожидания, поэтому их следует применять заблаговременно до сбора урожая.

Результаты и обсуждение

В 2016 году на яблоне сорта Айдаред было отмечено проявление альтернариоза, возбудителем которого является *Alternaria* sp. В связи с этим в 2017 году для профилактики в фазу цветения применяли лабораторный образец биофунгицида ФГБНУ ВНИИБЗР на основе штамма бактерии

Pseudomonas chlororaphis 245F, проявляющим эффективность против этого патогена [13]. Далее с фазы «грецкий орех» проводили защиту яблони от парши биофунгицидом ФГБНУ ВНИИБЗР на основе штамма бактерии *Bacillus subtilis* BZR 336g, показавшим наибольшую эффективность в условиях 2016 года.

В стандартной технологии (хозяйственный эталон) защита яблони от болезней проводилась с использованием химических фунгицидов препаратов компаний Басф, Байер, Сингента, Август (меди гидроокись, ципродинил, метирам (поликарбоцин), меди хлорокись + цинеб, дитианон, дифеноконазол, флуопирам, трифлуксистробин, тирам, флутриафол, флуазилам, каптан).

Защита растений от вредителей (2016-2017 гг.) по всем вариантам опыта до фазы цветения проводилась с помощью коммерческих инсектицидов (альфа-циперметрин, лямбда-цигалотрин, дельтаметрин). Позже осуществлялась дезориентация яблонной плодовой жорки с помощью феромонных диспенсеров Шин-Етсу.

В хозяйстве с системой органического земледелия, находящемся в 2016 году на этапе конверсии (ИП «Струков», Краснодарский край), испытание проводили на модельном сорте яблони Женева Эрли. Контроль «органического производства» осуществляла сертификационная организация «Abcert AG», которая строго регламентирует применение биологических средств защиты растений согласно утвержденному списку. Обработку деревьев биофунгицидами проводили с момента выхода растений из зимовки и продолжали вплоть до уборки урожая.

В стандартной технологии (хозяйственный эталон) защита яблони от болезней проводилась с использованием коммерческих препаратов, разрешенных к применению в условиях органического земледелия (меди хлорокись, сера, *Azotobacter vinelandii* штамм ИБ 4, *Bacillus subtilis* штамм ИПМ 215).

Защита растений от вредителей по всем вариантам опыта проводилась с помощью коммерческого биологического инсектицида (*Bacillus thuringiensis*, var. *kurstaki*, спорово-кристаллический комплекс).

В период проведения испытаний отмечали дату появления первых признаков болезни. Учеты распространенности болезни и степени поражения проводили: в период от начала появления первых пятен, один раз в три недели [7].

Оценку достоверности по критериям «количество» и «масса яблок» проводили с использованием статистических расчетов пакета программ *Statistica Trial 13.3* и *Microsoft Excel 2013* методом Доспехова по критерию НСР – «наименьшая существенная разница» или LSD-test (зарубежный аналог) [8, 9]. Достоверность по показателю «урожайность» не рассчитывалась, в связи с тем, что в производственных условиях была одна повторность каждого варианта опыта.

В условиях хозяйства ООО «Агрофирма «Красный сад» за многолетнюю практику возделывания различных сортов не было отмечено проявления мучнистой росы. В процессе вегетации яблони сорта Ред Чиф в условиях Ростовской области в 2016 году не было отмечено развития парши на листьях. Возможно, это было связано с низким количеством осадков в апреле (19 мм). Наиболее благоприятные условия для развития парши: высокая влажность воздуха и температура воздуха 20-25 °С. Такие погодные условия наблюдались в конце мая – начале июня, в фазу завязывания и роста плодов. На плодах пятна парши начали проявляться в июне, когда на опытных вариантах уже было проведено 5 обработок биологическими препаратами. Во время первого учета (табл.) на варианте с применением стандартной системы защиты благодаря способности химических препаратов проникать в ткани растений распространенность и развитие парши были нулевыми. В то же время, несмотря на существенное количество осадков, на опытных вариантах распространенность болезни достигала не более 1%, а развитие – не более 0,05%.

Таблица.

Влияние лабораторных образцов биофунгицидов на поражение яблони паршой в условиях системы интегрированной защиты растений

Вариант		2016 год				2017 год	
		фаза развития					
вид технологии	испытываемые препараты	рост плодов		налив плодов		перед уборкой	
		Р,%*	Р,%**	Р,%	Р,%	Р,%	Р,%
Стандартная технологи (хозяйственный эталон)	коммерческие химические фунгициды	0	0	2,51	0,51	40,7	10,7
Тестовая технология	<i>B. subtilis</i> BZR 336g	0,25	0,01	1,64	0,54	36,0	10,0
	<i>B. subtilis</i> BZR 517	0,45	0,02	2,42	0,47		
	<i>Ps. chlororaphis</i> 245 F	0,98	0,05	1,74	0,41		
Примечание: *Р, % – распространенность болезни, %; **Р,% – развитие болезни, %; ***В 2017 году испытывалась технология, которая включала комплекс лабораторных образцов биофунгицидов							

Далее в течение вегетации эффективность химических средств защиты растений начала снижаться (табл.). Во время второго учета, распространенность болезни на плодах в хозяйственном эталоне выросла до 2,5%, а на лучшем опытном варианте не превышала 1,6%. Развитие парши было примерно на одном уровне во всех вариантах и варьировало от 0,41 до 0,54%. Возможно, это связано с тем, что при воздействии биофунгицидов, обладающих ростстимулирующим эффектом, снижается способность патогена проникать в ткани растения.

В результате опытов, проведенных в 2016 году, были выбраны наиболее эффективные биофунгициды для применения их в комплексной технологии защиты яблони от парши в условиях Ростовской области. В связи с тем, что уровень эффективности препаратов в 2016 году на сорте Ред Чиф, отличающимся достаточно высокой устойчивостью, был на уровне стандарта, то в 2017 году испытания проводились на большей площади (в 6 раз) и на сорте Айдаред, который отличался устойчивостью ниже средней. Такая тактика защиты растений была выбрана для подтверждения эффективности биофунгицидов.

В 2017 году для оценки тестовой технологии защиты яблони от парши с использованием лабораторных образцов биофунгицидов на основе штаммов бактерий *Bacillus subtilis* BZR 336g и *Pseudomonas chlororaphis* 245F в ООО «Агрофирма «Красный сад» проводили оценку пораженности яблони сорта Айдаред. Проявление парши в 2017 году также было отмечено только на плодах, но в более поздние сроки по сравнению с 2016 годом (табл.). Возможно, это было связано с отсутствием обильных осадков в мае (60 мм вместо 187 мм). В результате учетов было отмечено, что товарное качество плодов, полученных при использовании лабораторных образцов биофунгицидов, было на том же уровне, что и у урожая, полученного с использованием коммерческих химических препаратов. Распространенность парши составляла 36,0 и 40,7%, развитие – 10,0 и 10,7% в тестовой и стандартной технологиях соответственно.

После созревания яблок проводили уборку урожая. В 2016 году существенной разницы между вариантами с применением тестовых технологий по урожайности отмечено не было. В среднем она составляла 124,0 ц/га, что было на 24% выше, чем в хозяйственном эталоне.

Для определения влияния новой технологии с использованием лабораторных образцов биофунгицидов на хозяйственную эффективность выращивания яблони в 2017 году проводили оценку структуры урожая. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что в варианте с применением тестовой технологии на деревьях формировалось на 34% больше плодов: 15 и 20 шт. в среднем в стандартной и новой технологии соответственно. Однако в среднем их масса была на 13 грамм ниже, чем в варианте со стандартной технологией: 192 и 179 г в стандартной и новой технологии соответственно. Следует отметить, что по критериям НСР (LSD-test) разница между стандартной и новой технологией по этим показателям была достоверной: 2,6 шт. и 3,2 г соответственно.

Влияние препаратов на указанные выше параметры сказалось на урожайности яблони. В результате учета было отмечено, что применение новых биофунгицидов в технологии возделывания яблони способствует увеличению урожайности яблони по сравнению со стандартной технологией, общепринятой в хозяйстве на 15,9 ц/га (24%).

Погодные условия Краснодарского края в 2016 году достаточно существенно отличались от таковых Ростовской области. На ранних этапах развития яблони (март – май) в предгорной зоне Краснодарского края выпало немного осадков: сумма за три месяца – 117 мм против 335 мм в Ростовской области. Наибольшее количество осадков было отмечено в июне перед уборкой – 218 мм.

В 2016 году из-за благоприятно сложившихся для развития патогена *Podosphaera leucotricha* Salm., условий к уборке урожая яблони сорта Женева Эрли в условиях Краснодарского края, распространенность и развитие мучнистой росы было достаточно высоким: более 30% на ветвях, и 10-15% в зависимости от варианта опыта на плодах.

На ранних этапах развития болезни влияние лабораторного образца биофунгицида *Pseudomonas chlororaphis* 245-F было достаточно эффективным: было отмечено снижение распространенность парши на 2,7% по отношению к стандарту. Во время роста и созревания плодов эффективность всех опытных была на 1,5-5,5% выше, чем в стандартной технологии с применением коммерческих биопрепаратов, где распространенность мучнистой росы на плодах составляла 15%.

В фазу набухания почек проводили учет развития альтернариоза (*Alternaria* sp.) на ветвях по вариантам. В результате было выявлено, что на опытных вариантах его развитие на 8-13% ниже, чем на варианте с применением стандартной технологии, где оно составляло 22%.

Снижение патогенной нагрузки сказалось и на хозяйственной урожайности яблони. Сад, на котором проводились испытания лабораторных образцов биофунгицидов, был заложен в 2013 году. Поэтому общая урожайность была не очень высокой и в варианте с применением стандартной технологии составляла 2,35 ц/га. В результате уборки всех яблок с каждого из вариантов было выявлено, что применение лабораторных образцов биофунгицидов способствовало сохранению урожайности на 25-105% по отношению к хозяйственному эталону. Максимальный сохранённый урожай был получен на варианте с применением лабораторного образца биофунгицида на основе штамма *Ps. chlororaphis* 245 F и составлял 4,81 ц/га. Предположительно, это связано с тем, что данный образец наиболее эффективно снижал пораженность яблони этого сорта болезнями.

Помимо качественной продукции сельхозтоваропроизводителю важно получать экономический эффект от внедрения инновационных разработок. Для этого по итогам испытаний 2016 и 2017 годов были рассчитаны фактические финансовые затраты хозяйств на покупку зарегистрированных средств защиты растений от болезней и рассчитанной потенциальной стоимости лабораторного образца биофунгицида. Было выявлено, что применение технологий на основе лабораторных образцов биофунгицидов ФГБНУ

ВНИИБЗР в зависимости от типа системы земледелия позволяло сэкономить до 70% затрат на покупку фунгицидов за счет их невысокой стоимости.

Таким образом, применение в технологии возделывания плодовых культур новых лабораторных образцов биофунгицидов, разработанных в ФГБНУ ВНИИБЗР, позволяет получить экологически безопасную продукцию товарного качества. Это свидетельствует о целесообразности внедрения технологии защиты яблони в интенсивных садах и садах, возделываемых по органическим стандартам.

Список использованной литературы

1. Подгорная М. Е. Контроль остаточных количеств пестицидов в садах // Защита и карантин растений, 2014. – № 3. – С. 38-40.
2. Старовойтова Н. П. Органическое земледелие в России: плюсы и минусы // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса, 2015. – 4 (33). – С. 226-230.
3. Köhl J., Postmaa J., Nicotb Ph., Ruoccoc M., Blumd B. Stepwise screening of microorganisms for commercial use in biological control of plant-pathogenic fungi and bacteria // Biological Control, 2010. – 57. – P. 1-12. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2010.12.004
4. Оказова З. П. Биопрепараты в современном земледелии // Современные проблемы науки и образования, 2013. – 6. URL: <http://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=11713>
5. Gašić, S., Tanović B. Biopesticide formulations, possibility of application and future trends // Pesticidi i Fitomedicina, 2013. – 28 (2). – P. 97-102. DOI: 10.2298/PIF1302097G
6. Волков Л. Органическое земледелие за рубежом и перспективы его развития в России // АПК: экономика, управление, 2010. – № 3. – С. 85-87.
7. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Под ред. В. И. Долженко. – СПб: ВИЗР, 2009. – 379 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Книга по Требованию, 2012. – 352 с.
9. Халафян А. А. Statistica 6. Математическая статистика с элементами теории вероятностей. Учебник. – М.: Бином, 2011. – 496 с.

**N. S. Tomashevich, A. M. Asaturova, N. M. Sidorov, A. I. Homyak,
A. E. Kozitsyn, T. M. Sidorova**

All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection, Krasnodar, Russia

**DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF APPLE TREES PROTECTION
AGAINST SCAB AND POWDERY MILDEW ON THE BASIS OF NEW
BIOFUNGICIDES IN THE INTEGRATED PLANT PROTECTION SYSTEM
AND ORGANIC AGRICULTURE**