

ВЫЯВЛЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ТРАНСФОРМАЦИИ ОСНОВНЫХ КСЕНОБИОТИКОВ В ОБЪЕКТАХ ЭКОСИСТЕМЫ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АБИОТИЧЕСКИХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Подгорная М.Е., канд. биол. наук, Якуба Г.В., канд. биол. наук,
Холод Н.А., канд. биол. наук, Черкезова С.Р., канд. биол. наук,
Прах С.В., канд. биол. наук, Мищенко И.Г.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
(Краснодар)*

Реферат. Приведены результаты исследований 2017 года по направлениям – формирование функциональной структуры микопатоконплекса наземной части яблони, сливы и земляники садовой при применении препаратов групп меди и триазолов; формирование функциональной структуры биосистем плодовых насаждений при применении фосфорорганических соединений и феноксикарба – для установления механизмов их трансформации в объектах экосистемы агроценозов. Определена динамика разложения фунгицидов (группы меди и триазолов) и инсектицидов (диметоат и феноксикарб) в садовых агроценозах.

Ключевые слова: плодовые и ягодные агроценозы, биоэкологические особенности, закономерности формирования, ксенобиотики, трансформация, биометрические и биохимические показатели

Summary. It is presented the results of research of 2017 on the formation of the micopatocomplex functional structure of apple, plum and strawberry upper ground part of tree when applying the triazol and copper preparations; on the formation of functional structure of biosystems orchards when applying the organophosphorus compounds and fenoksicarb to establish the mechanisms of their transformation into objects of agrocnoses ecosystems. The dynamics of decomposition of fungicides (copper and triazol groups) and insecticides (dimethoate and phenoxycarb) in the garden agrocnoses is determined.

Key words: fruit and berry agrocnoses, bioecological features, patterns of formation, xenobiotics, transformation, biometric and biochemical indicators

Введение. К середине XXI века для обеспечения потребности населения Земли в продукции сельского хозяйства потребуется увеличить объем производства на 75 %. При ограничении земельных ресурсов и возможности роста урожая за счет традиционных методов (химизации, механизации, мелиорации земель и т.д.) защита растений реально может решить проблему продовольственной безопасности. В нашей стране потери достигают 20-25 % от фактического производства, то есть каждый пятый гектар земли не дает потенциально возможной сельскохозяйственной продукции. Защита растений должна быть составной частью возделывания сельскохозяйственных культур и обеспечивать устойчивое долговременное подавление численности вредных организмов, развития болезней и засоренности посевов на основе профилактических и агротехнических мероприятий, возделывания устойчивых сортов, активизации природных энтомофагов, применения биологического метода, рационального использования пестицидов и современных средств механизации. Химические средства защиты растений имеют прямую связь с ботаникой, почвоведением, агрохимией, растениеводством, физиологией и биохимией растений, так как пестицидами обрабатывают растения, их вносят в почву; они существенно влияют на физико-химические и физико-биологические процессы в почве и растениях [1].

Одной из основных задач защиты растений является изучение физиологического действия различных химических средств на вредные организмы и культурные растения с целью установления наилучших способов защиты от вредителей, болезней и сорняков. Основой разработки методов управления фитосанитарным состоянием, позволяющих нанести наименьший экологический урон агроценозам при обеспечении высокой эффективности контроля микопатогенов, служат результаты изучения структуры патогенных комплексов возбудителей болезней сельскохозяйственных культур.

Изменения в структуре комплексов вредных видов происходят под влиянием многих факторов; одним из определяющих является изменение основных метеопараметров климата. За последние 10-15 лет увеличилась частота наступления экстремальных погодных условий. Многие исследователи отмечают, что изменение экологических факторов среды вызывает ответную реакцию макро- и микромицетов как по видовому составу, так и по их количеству.

Результаты обследований насаждений яблони Краснодарского края показали, что с 2006 года отмечается увеличение пространственного распространения и численности популяций достаточно распространенных возбудителей и увеличение доли ограниченно распространенных. Исследования 2010-2014 гг. позволили установить факторы, оказывающие наибольшее влияние на структуру современных наземных микопатогенов яблони: стрессовые погодные условия периода покоя и вегетации; состояние субстрата; специфические взаимодействия между грибами; антропогенные воздействия на агроценоз. Из способов антропогенного управления был рекомендован комплекс организационных, мониторинговых, агротехнических мероприятий [2].

Современные агроэкологические требования к адаптивному садоводству предполагают ограничение численности вредных объектов на основе прогнозирования появления фаз развития фитофагов, что требует знаний основных закономерностей формирования важнейших структурных единиц агроценоза и их биоэкологических особенностей. К одному из основных антропогенных воздействий относится применение ксенобиотиков, позволяющее предотвратить или сдержать фитосанитарную дестабилизацию в многолетних агроценозах. Изучение их влияния на распределение организмов того или иного вида в пространстве и времени является актуальным, особенно в связи с изменениями климата и ассортимента пестицидов.

Развитие вредных организмов подвергается колебаниям под воздействием многих факторов. В условиях интенсификации сельскохозяйственного производства агробиоценозы подвергаются разностороннему влиянию: наиболее сильное влияние на садовый агроценоз оказывают антропогенные и абиотические факторы, приводящие к нарушению равновесия, трофических связей, фитосанитарной дестабилизации в многолетних насаждениях, изменению видового состава функциональных групп и изменению в особенностях развития ряда доминирующих видов [3].

Новая концепция защиты растений, получившая приоритетное значение, начиная с 1990-х годов, ориентирована на создание экологически устойчивых агроэкосистем и оптимизацию их фитосанитарного состояния. Исходя из этого, развитие химического метода, как одного из важнейших блоков современных фитосанитарных технологий, должно опираться на всесторонний экотоксикологический мониторинг, в том числе по оценке воздействия пестицидов на окружающую среду и обеспечению экологической безопасности. В связи с этим необходим мониторинг остаточных количеств пестицидов в объектах окружающей среды и получаемой продукции [4].

В настоящее время основными импактными загрязнителями плодовых насаждений являются имеющиеся в «Каталоге...» пестициды, из которых наиболее значительна группа медьсодержащих фунгицидов и триазолов, среди инсектицидов – это препараты фосфорорганического синтеза. Установлено, что применение в садах пестицидов этих групп

на одном участке в течение 3-х лет, многократно за сезон, может привести к их накоплению как в почве, так и в продукции садоводства [5, 6].

Исходя из вышеизложенного, целью исследований являлось выявить закономерности трансформации основных ксенобиотиков в многолетних агроэкосистемах под влиянием технологий защиты для разработки научно-обоснованных принципов управления качеством и безопасностью плодово-ягодной продукции.

Объекты и методы исследований. Исследования выполняли на базе лабораторий защиты плодовых и ягодных культур, а также центра коллективного пользования (ЦКП), в длительных стационарных опытах в специализированных садоводческих хозяйствах, в различных агроэкологических зонах региона, с использованием общепринятых и оригинальных методик постановки и проведения опытов [7-16].

Объектами исследований являлись: *возбудители* – парши яблони *Venturia inaequalis* (Ске.) Wint. в сумчатой и конидиальной стадии - *Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fuck.; монилиального ожога *Monilia Cinerea* Bonord. и монилиальной гнили плодов *Monilia fructigena* Honey.; мучнистая роса земляники *Sphaerotheca macularis* (Wallr. Ex Fr.); *чешуекрылые вредители* – яблонная *Laspeyresia pomonella* L. и сливовая *Grapholitha funebrana* Mats. плодовой гнили; почва и плоды яблони, сливы, земляники.

Обсуждение результатов. Накопленные научные данные о влиянии пестицидов на защищаемое растение и возможности их детоксикации до безопасных уровней имеют обширную информацию по однолетним культурам, однако нуждаются в дополнительных научных исследованиях для многолетних агроценозов.

В вегетацию 2017 года получены новые экспериментальные данные о влиянии фактора химического контроля на формирование функциональной структуры микопатоксеплексов наземной части яблони: в условиях климатических изменений подавление развития доминирующего вида микопатоксеплекса яблони – возбудителя парши – препаратами групп меди и триазолов более эффективно обеспечивается при повышенном температурном режиме. Не наблюдается стимулирующего эффекта развития филлостиктоза после двукратного применения препаратов группы меди, что, в том числе, является результатом напряженной внутриценотической конкуренции патогена с возбудителями других листовых инфекций, прежде всего, с возбудителем парши.

Установлены изменения в формировании функциональной структуры микопатоксеплексов наземной части яблони в промышленных насаждениях Краснодарского края: возрастание численности факультативно-сапротрофных и факультативно-паразитных видов при массовом повреждении деревьев морозами; снижение частоты встречаемости доминирующих факультативных паразитов и факультативных сапротрофов при применении препаратов группы меди не менее двух раз за вегетацию и двух раз в период покоя: одного из доминирующих видов ксилотрофов – щелелистника обыкновенного *Schizophyllum commune* Fr. на 28,4 %; черного рака *Botryosphaeria obtusa* (Schw.) Schoem. (syn. *Sphaeropsis malorum* (Berk.) Berk.), телеоморфа *Physalospora cydoniae* Arn. – на 86,7 %; обыкновенного рака, телеоморфа *Dialonectria galligena* (Bres.) Petch. (syn. *Nectria galligena* Bres.) – на 77,3 %; антракноза *Cryptosporiopsis curvispora* (Pk.) Gremmen (syn. *Cryptosporiopsis malicorticis* (Cordley) Nannf., *Gloeosporium perennans* Zeller et Childs), телеоморфа *Pezicula malicorticis* Jacks. Nannf. (syn. *Neofabraea spp.*) – на 54,7 %.

По данным первого года исследований установлено, что применение фунгицидов химических групп неорганических соединений меди (соли) и триазолов, как разрешенных для применения на территории Российской Федерации, так и перспективных, не ухудшает биохимический состав плодов, не влияет на размеры листа, а применение триазолов также не оказывает влияния на длину однолетнего прироста. Использование фунгицидов неорганических соединений меди привело к сокращению длины приростов на 30,8-37,3 %.

Определен ряд параметров для разработки способов управления фитосанитарным состоянием насаждений яблони в условиях изменения климата, в том числе показатели временной частоты встречаемости видов, устойчивых к возрастанию частоты погодных стрессов.

Впервые выявлено влияние фактора химического контроля на формирование функциональной структуры микопатоккомплексов наземной части сливы при применении препаратов групп меди и триазолов, в условиях климатических изменений. Установлено, что в вегетацию 2017 года период наибольшей вредоносности *Cl. carpophilum* сместился с фенофазы «цветение» на фенофазу «белый бутон» (рис. 1), второй пик в развитии болезни проходил в период созревание плодов (в июле). Подтверждено, что в условиях региона длина инкубационного периода возбудителя *Cl. carpophilum* длится 2-4 суток, инокуляция наиболее активно происходит при температуре +20...+26°C и влажности воздуха от 60 до 90 % [8].

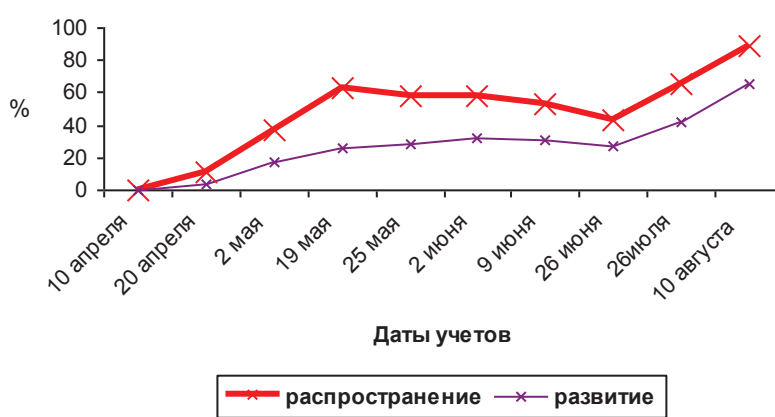


Рис. 1. Распространение и интенсивность развития клястероспориоза, сорт Кабардинская ранняя, 2017 г.

Первые признаки монилиального ожога отмечены в третьей декаде апреля после цветения сливы (на неделю раньше 2016 года), к середине июня только в контроле распространение болезни составило 10 %. На плодах плодовая гниль появилась в середине мая, что соответствует средним многолетним срокам. К 15 июня было поражено до 20 % плодов на контрольных деревьях, в период уборки 26 июля – до 35 %. Основными предикторами начала спороношения возбудителя болезни являлись сумма осадков в апреле и влажность воздуха после перехода среднесуточной температуры через + 10-12 °С.

Обработки опытных деревьев против доминирующих микозов сливы проведены препаратами групп меди – Абига-Пик, КС (хлороркись меди), Купроксат КС (меди сульфат трехосновной) и триазолов Скор, КЭ и Фарди, КЭ (дифеноконазол). При умеренном развитии клястероспориоза сливы 2-х кратное применение медьсодержащих фунгицидов до цветения позволило контролировать заболевание на уровне 92,1-98,1 %. Двукратное применение препаратов группы меди и триазольного синтеза после цветения, при увеличении развития заболевания в 3,5 раза, повышенном температурном режиме и высокой скорости инфекции, позволило обеспечить подавление патогена в течение 7 суток на уровне 89,3-96,7 % (Абига-Пик, ВС и Купроксат, КС) и 80,6-89,0 % (Скор, КЭ и Фарди, КЭ). По данным первого года исследований установлено, что применение фунгицидов группы триазолов и неорганических соединений меди (соли) влияет на площадь листовой поверхности, длину однолетних побегов растений сливы и биохимический состав плодов.

Получены новые данные о закономерностях формирования функциональной структуры микопатоккомплексов земляники садовой при применении препаратов группы триазолов (д.в. пенконазол) в условиях климатических изменений. При температуре воздуха

ниже среднемноголетней на 0,8 °С интенсивность развития одного из доминирующих заболеваний земляники – мучнистой росы *Sphaerotheca macularis* (Wallr. Ex Fr.) в 2017 году находилась в пределах многолетних показателей. Первые симптомы болезни зафиксированы 11 мая (Р – 1,0 %; R – 0,1%) (рис. 2).

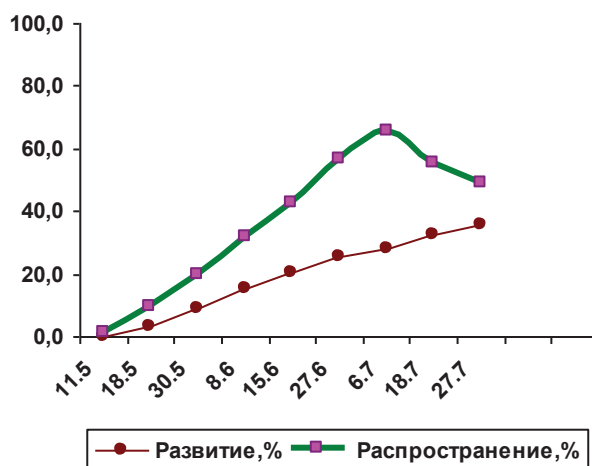


Рис. 2. Распространение и интенсивность развития мучнистой росы на землянике садовой, сорт Флоренс, 2017 г.

Обработки на опытных делянках против мучнистой росы земляники проведены фунгицидами Топаз, КЭ (100 г/л пенконазола) и Серпень, СК (42 г/л пенконазола+800 г/кг серы). Сроки обработок – в фенофазы «начало цветения» 4.05 и 13.05 «полное цветение». Сравнительный анализ данных показал, что фунгицид Топаз, КЭ при норме расхода 0,5 л/га высокоэффективен для контроля мучнистой росы. Препарат на 100 % блокирует болезнь более чем на 15 дней, после чего идет медленное нарастание инфекции. Биологическая эффективность фунгицида Топаз, КЭ превышает на 2-7 % стандартный вариант Серпень, СК (42 + 800 г/кг). Установлено, что в условиях климатических изменений подавление развития возбудителя мучнистой росы земляники садовой препаратами с д.в. пенконазол более эффективно обеспечивается при повышенном водном режиме.

Получены новые экспериментальные данные о формировании функциональной структуры биосистем яблони и сливы при применении фосфорорганических соединений и феноксикарба для установления механизмов их трансформации в объектах экосистемы агроценозов под воздействием абиотических и антропогенных факторов. Проведенный анализ за 2014-2016 период исследований показал, что как абиотические, так и антропогенные факторы существенно влияют на развитие яблонной и сливовой плодовой гнили. Отмечено заметное снижение плотности популяции яблонной плодовой гнили с 85 отловленных бабочек в ловушку в 2014 году до 45 отловленных в ловушку в 2017 году (рис. 3).

Определена эффективность фосфорорганических инсектицидов и регулятора роста и развития насекомых в период съема урожая. Установлено, что обработка Инсегаром, ВДГ контролирует численность яблонной и сливовой плодовой гнили на уровне 98,5-98,9 %, инсектициды Сирроко, КЭ и БИ-58 Новый, КЭ – 96,5-97,6 %. По данным первого года исследований установлено влияние инсектицидов на основе диметоата и феноксикарба на биометрический и биохимический состав плодов. Обработка Инсегаром, ВДГ вызывает увеличение длины однолетнего прироста растений, площади листовой поверхности, содержания кофейной и хлорогеновой кислот и снижение количества янтарной кислоты по сравнению с контролем и вариантом, где применялись фосфорорганические инсектициды.

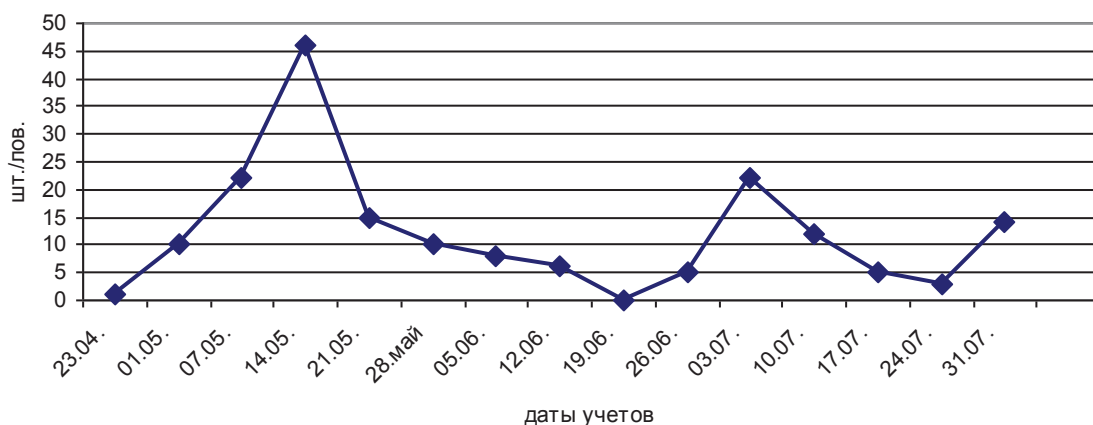


Рис. 3. Динамика лета самцов яблонной плодовой мошки в 2017г. при применении Инсегара, ВДГ

В отчетном году продолжено изучение динамики разложения остаточных количеств диметоата в сливовых и яблоневых агроценозах. Показано, что после двух обработок содержание диметоата как в яблоневых, так и сливовых агроценозах изменяется идентично: по истечении «срока ожидания» (для диметоата он составляет 40 суток), его содержание в почве находится на уровне ПДК (0,1 мг/кг), в плодах не обнаруживается (рис. 4).

В сливовых агроценозах выявлено наличие хлорпирифоса в количествах, превышающих как ПДК (0,2 м/кг), так и МДУ (0,5 мг/кг), при этом в текущем году не было обработок препаратами этой группы. Это подтверждает ранее полученные данные о том, что несмотря на высокую биологическую эффективность инсектицидов на основе хлорпирифоса, они являются основными загрязнителями садовых агроценозов [5].

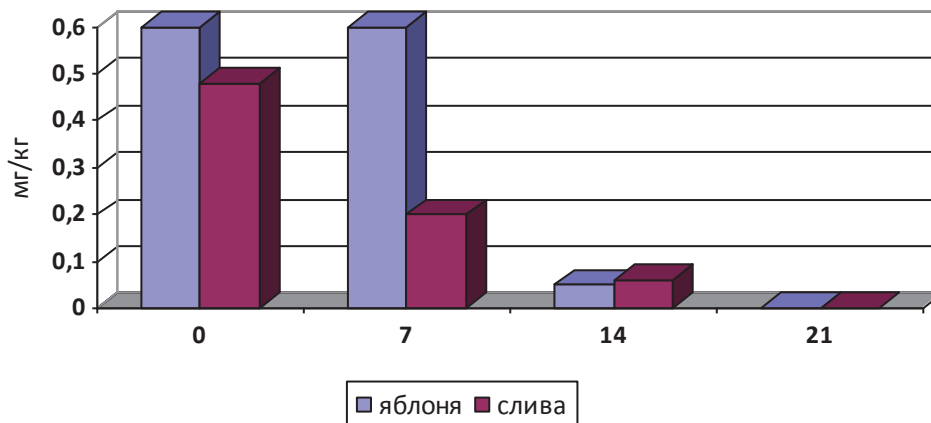


Рис. 4. Динамика разложения дифенокконазола в плодах яблони и сливы

Выводы. В результате исследований получены новые экспериментальные данные: о формировании функциональной структуры микопатоксикомплекса наземной части яблони, сливы и земляники садовой при применении препаратов групп меди и триазолов; формировании функциональной структуры биосистем многолетних насаждений при применении фосфорорганических соединений и феноксикарба для установления механизмов их трансформации в объектах экосистемы агроценозов.

Определена кумулятивность и персистентность триазолов, применяемых в садовых агроценозах. Установлено, что регламентированное применение триазолов и медьсодержа-

щих фунгицидов не приводит к накоплению меди в объектах садового агроценоза. По результатам исследований было получено Свидетельство о государственной регистрации баз данных «База данных распространения и вредоносности стеблевой нематоды на землянике садовой в условиях юга России» №2017620912 от 15.08.2017.

Литература

1. Ганиев, М.М. Химические средства защиты растений / М.М. Ганиев, В.Д. Недорезков. – СПб.: Лань, 2013. – 400 с.
2. Якуба, Г.В. Основные способы антропогенного управления микопатосистемами яблони в условиях фитосанитарной дестабилизации / Г.В. Якуба // Научные труды СКЗНИИСиВ. – Том 7. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2015. – С. 178-184.
3. Павлюшин, В.А. Антропогенная трансформация агроэкосистем и ее фитосанитарные последствия / В.А. Павлюшин, С.Р. Фасулати, Н.А. Вилкова, Г.И. Сухорученко, Л.И. Нефедова. – СПб., 2008. – С. 103.
4. Жученко, А.А. Эколого-генетические основы высокой продуктивности и экологической устойчивости агроэкосистем и агроландшафтов / А.А. Жученко // Производство экологически безопасной продукции растениеводства. – Пушкино, 1995. – С. 5–20.
5. Подгорная, М.Е. Оптимизация регламентов применения пестицидов в системе защиты яблони от доминирующих болезней и вредителей // Методы и регламенты оптимизации структурных элементов агроценозов и управления реализацией продукционного потенциала растений: сб. материалов по осн. итогам научных иссл. за 2008 г. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2009. – С.104-108.
6. Воробьева, Т.Н., Подгорная М.Е. Трансформация фунгицида Фалькон в эко-системе почва –виноград / Т.Н. Воробьева, М.Е. Подгорная // Вестник АПК Ставрополя. – 2017. – № 2. – С. 185-187.
7. Черкезова, С.Р. Садовые агроценозы и экологизация защиты от растительноядных клещей / С.Р. Черкезова. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. – 165 с.
8. Прах. С.В. Болезни и вредители косточковых культур и меры борьбы с ними / С.В. Прах, И.Г. Мищенко. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. – 98 с.
9. Холод, Н. А. Экологизированная защита земляники садовой от стеблевой нематоды: монография / Н.А. Холод. – Краснодар, 2013. – 202 с.
10. Подгорная, М.Е. Контроль остаточных количеств инсектицидов, применяемых в системах защиты яблони: монография / М.Е. Подгорная. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. – 135 с.
11. Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
12. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде / сост. М.А. Клисенко. – М., 1983. – 299с.
13. Методики опытного дела и методические рекомендации СКЗНИИСиВ / под ред. Егорова Е.А. – Краснодар, 2002. – С. 143-176.
14. Якуба, Г.В. Метод определения количества первичного инокулюма возбудителя зимующей стадии парши яблони / Г.В. Якуба, В.М. Смольякова // Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству. – Краснодар, 2010. – С. 172-178.
15. Юрченко, Е.Г. Микробиологический метод регулирования вредителей на виноградниках / Е.Г. Юрченко. – Краснодар, 2014. – 113с.
16. Якуба Ю.Ф. Применение капиллярного электрофареза и экстракции в поле СВЧ для анализа растительного сырья / Ю.Ф. Якуба, А.П. Кузнецова, М.С. Ложникова // Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии: материалы III Всероссийского симпозиума (2-8 октября 2011 г). – Краснодар, 2011 – С.153.
17. Попушой, И.С. Микозы виноградной лозы / И.С. Попушой, Л.А. Маржина. – Кишинев: Штиинца, 1989. – 243 с.