

УДК: 632.9 : 634.1/8 : 551.5

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭНТОМО-АКАРО-ПАТОСИСТЕМ СОВРЕМЕННЫХ САДОВЫХ И ВИНОГРАДНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ АБИОТИЧЕСКИХ И ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Подгорная М.Е., канд. биол. наук, Юрченко Е.Г. канд. с.-х. 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,
Талаш А.И., канд. с.-х. наук, Мищенко И.Г.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский
зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства»
(Краснодар)*

Реферат. Приведены результаты исследований биоэкологических особенностей доминирующих вредных организмов, закономерностей формирования энтомоценозов в стрессовых ситуациях на юге России и степени загрязнения плодовых агроценозов остаточными количествами фунгицидов. Получены моноспоровые изоляты, характеризующиеся высоким разнообразием морфолого-культуральных признаков. Результаты исследований позволили обосновать сроки проведения защитных мероприятий, пути снижения содержания фоновых и импактных загрязнителей и усовершенствовать метод мониторинга парши яблони.

Ключевые слова: многолетние агроценозы, вредные организмы, биоэкологические особенности, закономерности формирования, фунгициды, остаточные количества

Summary. The results of study of bioecological features of dominant harmful organisms, the conformity to natural laws of formation of entomocenoses in the stressful situations in the Southern Russia and the degree of contamination of fruit agrocenoses with residual amounts of fungicides are presented. Monospore isolates, characterized by a high diversity of morphological and cultural features, are obtained. The results of the research made it possible to base the date of protective measures, the ways to reduce the content of background and impact pollutants and to improve the method for apple scab monitoring.

Key words: perennial agrocenoses, harmful organisms, bioecological features, conformity to natural laws of formation, fungicides, residual quantities

Введение. Современные агроэкологические требования к адаптивному садоводству предполагают ограничение численности вредных объектов на основе прогнозирования развития фитофагов, что требует знаний основных закономерностей формирования важнейших структурных единиц агроценоза и их биоэкологических особенностей. Перспективы получения высокого и качественного урожая яблони определяются не только климатическими факторами и антропогенным воздействием, но и биотическими факторами, в том числе фитопатогенными микромицетами.

Парша является наиболее вредоносным заболеванием яблони, потери урожая от которого на высоковосприимчивых сортах могут достигать более 80 %. Возбудитель не просто входит в группу доминантов микопатоконплекса наземной части дерева, его доля в популяции может составлять более 95 %. Ежегодный многолетний мониторинг популяции фиксирует усиление у патогена паразитической активности в меняющихся условиях среды (погодных, технологиях защиты) [1].

Генотипическое разнообразие внутри расы является одной из причин неодинаковой восприимчивости к парше сортов и видов яблони в разных регионах садоводства и даже

садах одного региона. Состав популяции парши непостоянен и меняется в течение вегетационного периода. Известно, что высокоагрессивные штаммы *Venturia inaequalis* способны не только переносить длительные летние засушливые периоды, но и накапливаться в популяции патогена [2].

Исследование гриба в условиях чистой культуры проводят для детального изучения какой-либо одной или нескольких особенностей организма, так как в стандартных условиях культивирования любой признак проявляется особенно четко. В естественных условиях из-за различий в условиях произрастания или взаимодействия с другими организмами признаки могут затушевываться [3].

Для разработки приемов управления популяцией вредного организма необходимы многолетние данные о его биологии: наблюдения за динамикой популяции – её структурой, численностью, изменчивостью, формированием экологических связей, выявлением условий, способствующих возникновению эпифитотий и эпизоотий. Изучение физиологических особенностей паразита и внутривидового морфологического разнообразия дает ключ к пониманию его патогенности, а также к разработке стратегии борьбы с ним [4].

В настоящее время в насаждениях земляники садовой отмечено увеличение вредоносности дитиленхоза, вызываемого стеблевой нематодой *Ditylenchus dipsaci*. Наиболее весомый ущерб выявлен в фермерских, подсобных хозяйствах, которые завозят зараженный посадочный материал, ущерб может достигать до 150 тысяч рублей на гектар и более [5].

На видовой состав сосущих вредителей в садах и виноградниках сильное влияние оказывают систематические обработки высокотоксичными пестицидами, в результате чего происходит жесткий отбор видов на выживаемость. У одних видов вредителей появились популяции, устойчивые к действию пестицидов, у других снизилась численность, и они уже не наносят серьезного ущерба. Это стало заметно в годы массовых обработок садов и виноградников фосфорорганическими препаратами [6, 7, 8]. Одной из основных проблем, существующих при возделывании яблони, является формирование экологически безопасных систем защиты, гарантирующих получение продукции высокого качества без остатков пестицидов.

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 вопросы, связанные с мониторингом остаточных количеств пестицидов в объектах окружающей среды и получаемой продукции, становятся очень актуальными [9].

В настоящее время основными импактными загрязнителями плодовых насаждений являются фунгициды, из которых наиболее значительна группа триазолов и бензимидазолов. Установлено, что применение в садах препаратов 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 [10].

Целью наших исследований являлось установить биоэкологические особенности доминирующих вредных организмов в многолетних агроценозах и определить уровень загрязнения остаточными количествами фунгицидов триазольной группы.

Объекты и методы исследований. Исследования выполнялись на базе лабораторий защиты плодовых и ягодных культур, защиты винограда, генетики и микробиологии, в длительных стационарных опытах в 20 специализированных садоводческих и виноградарских хозяйствах в различных агроэкологических зонах региона с использованием общепринятых и оригинальных методик постановки и проведения опытов [11-17].

Объектами исследований являлись возбудители: парши яблони *Venturia inaequalis* (Ske.) Wint.; монилиоза сливы *Monilia Cinerea* Bonord. и *Monilia cinerea* Bon.; стеблевая нематода *Ditylenchus dipsac* (Kuhn, 1857); сосущие вредители: яблони (яблонно-подорожниковая тля *Dysaphis mali* Ferr., зеленая яблонная тля *Aphis pomi* Deg., кровяная тля *Eriosoma lanigerum* Hausm., яблонная листоблошка *Psylla mali* Sch.); сливы (сливовая опыленная *Hyaloplerus arundinis* F., черная персиковая *Brachycaudus persicaecola* Boisd., полосатая персиковая *Brachycaudus prunicola* Kalt., персиковая зеленая тля *Myzodes persicae* Sulz.); винограда (японская цикадка *Recania japonica*, растительоядные клещи, листовая форма филлоксеры *Phylloxera vitifolii* Fitch; цитрусовая цикадка *Metcalfa prunosa* Say.), чешуекрылые вредители винограда – гроздевая листовертка – *Lobesia botrana* Schiff., почва и плоды яблони.

Обсуждение результатов. В результате проведенных нами исследований получены новые знания (информационные ресурсы) о биоэкологических особенностях видов вредных организмов на семечковых, косточковых, ягодных культурах и винограде в изменяющихся средовых условиях.

Возбудители парши яблони. Выявлены особенности сезонной эмиссии аскоспор парши для года (2016) с повышенным термическим режимом весной (рис. 1): переход среднесуточной температуры воздуха через +10 °C на 5-11 дней раньше среднелетних сроков, накопление суммы эффективных температур выше +10 °C – на 20 апреля на 25-50 °C выше нормы. Определено начало разлета аскоспор – на 5-8 суток раньше среднелетних сроков и высокая интенсивность разлета в начальном периоде освобождения инфекции: за первые 3 суток освободилось до 4 % аскоспор (по среднелетним данным не более 2 %), за первые 10 суток – от 7 до 32 % аскоспор в зависимости от сорта (по среднелетним данным не более 10 %); смещение, в сравнении с 2013-2015 гг., периода максимального вылета аскоспор на более ранние фазы яблони – «разрыхление бутонов»-«полное цветение»; продолжительность периода освобождения всего запаса спор составила 50-55 суток, что на 5-10 суток короче, чем в 2014-2015 гг.

Сравнительный анализ трехлетних данных показал отсутствие корреляции между сроком начала разлета аскоспор и сортом яблони. За период 2014-2016 гг. выявлен сорт, на котором ежегодно отмечается самая высокая интенсивность эмиссии спор в начальном периоде – Голден Делишес.

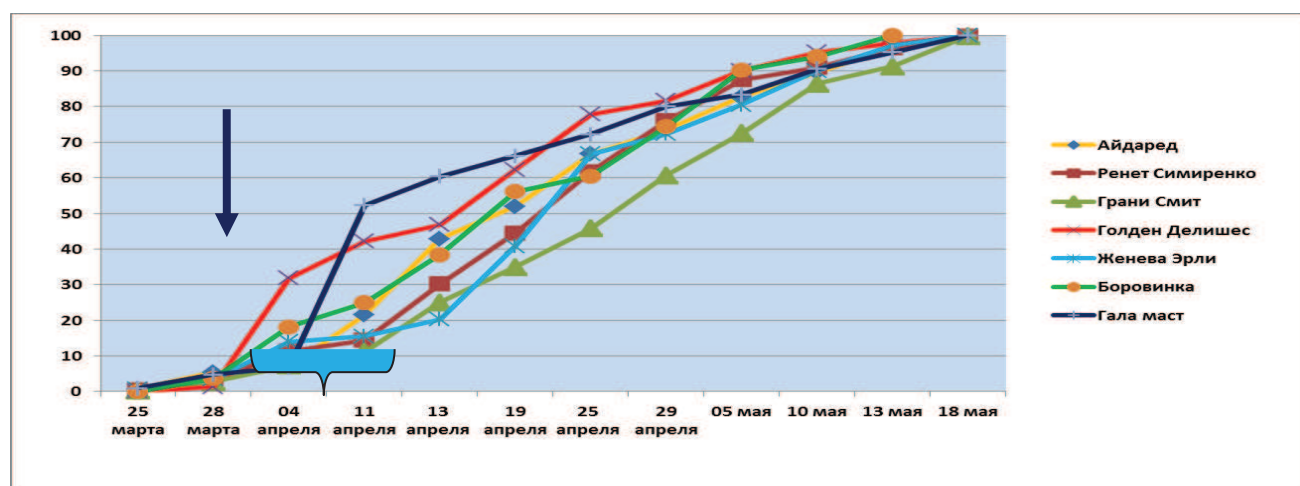


Рис. 1. Динамика эмиссии аскоспор парши яблони *Venturia inaequalis* (Ske.) Wint. в Краснодарском крае на различных сортах яблони, 2016 г.

Монилиоз сливы. В вегетацию 2016 года подтверждено, что в насаждениях сливы Краснодарского края, как и в других регионах России, присутствует *Monilia cinerea* Bonord. (*Monilia laxa* Ehr.) и *Monilia fructigena* Honey. Период поражения растений в условиях потепления климата составляет 40-55 дней и состоит из коротких инкубаций – 2-5 дней (r-стратегия), далее – длительная латентная форма сохранения инфекции. Установлено, что из-за превышения в два и выше раза нормы осадков в мае-июне 2016 года на плодах сливы чаще наблюдается патоккомплекс возбудителей *Monilia fructigena* Honey. – *Botrytis cinerea* Pers., чем инфицирование каждым из них по отдельности.

Дитиленхоз земляники садовой. Земляника садовая является растением-хозяином стеблевой нематоды *Ditylenchus dipsaci*, которая вызывает заболевание – дитиленхоз. По отношению между растениями и нематодами *D. dipsaci* относится к патогенно-специфической экологической группе. Этот вид обладает высокой специализацией, является паразитом растений, поражающим все надземные органы. Оптимальная температура для развития и размножения *D. dipsaci* – 13-22 °С. По литературным данным [8, 18, 19] и нашим наблюдениям, отмечена коррелятивная связь между количеством осадков и изменениями численности популяций нематод и их патогенностью.

В вегетацию 2016 года в регионе Краснодарского края, при большом количестве дождливых дней в мае-июне, отмечена высокая численность нематод на растение. Пик численности *D. dipsaci* зафиксирован в мае (1700-1800 особей на растение), в июне он снизился (до 1500 ос./раст.). Резко сократилась численность дитиленха в июле-августе при высоких температурах и отсутствии осадков. Повторное увеличение численности нематод отмечено в сентябре, после выпадения осадков и снижения температуры (рис. 3).

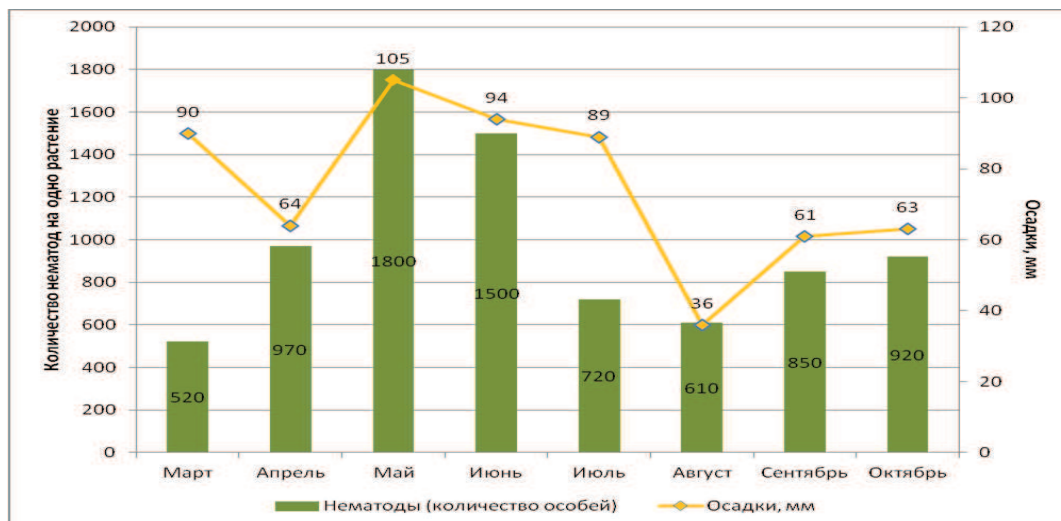


Рис. 2. Динамика численности стеблевой нематоды *Ditylenchus dipsaci* Kühn.

По результатам многолетних исследований сформирована База данных «Видов сельскохозяйственных культур, поражаемых земляничным дитиленхозом с целью подбора культур – предшественников для противодитиленхозных земляничных севооборотов».

Сосущие вредители косточковых культур и винограда. В насаждениях края основными доминантами комплексов сосущих вредителей являются тли, клещи, цикадки, а также фитофаги, которые формируют очаговое распространение вокруг них: трипсы, щитовки, ложнощитовки. Фитосанитарный мониторинг, проведенный в течение 2014-2016 гг. в косточковых насаждениях, показал заметные функционально структурные из-

менения в энтомокомплексах сосущих вредителей под воздействием меняющихся условий среды возделывания и антропогенных факторов.

Установлено, что основными закономерностями таких трансформаций являются расширение видового разнообразия вредных объектов, рост численности популяций отдельных видов и, как следствие, увеличение их вредоносности. Подтверждено, что на участках, где против комплекса вредителей применяются малотоксичные инсектициды, наблюдается восстановление агробиоценоза и образование устойчивого афидоценокомплекса с высоким видовым разнообразием как фитофагов, так и энтомофагов.

В вегетацию 2016 года отмечено: увеличение вредоносности вишневого слизистого пилильщика, после трех лет депрессии развития вида повреждение косточковых пород наблюдалось только в центральной зоне и максимально достигало 5 %; расширение ареала для японской цикадки *Ricania japonica* Melichar (Ricaniidae, Homoptera), которая была выявлена в насаждениях черноморской зоны Краснодарского края, фитофаг отмечался не только на семечковых, но и на косточковых (единично) и декоративных культурах, основной ущерб вредитель наносит молодым насаждениям.

В агроценозах яблони выявлены новые ранее не встречаемые виды сосущих вредителей: яблонная листоблошка – *Psylla mali* Sch. и щитовка желтая грушевая – *Quadraspidiotus pyri* Licht. В 2014-2016 гг. наблюдалось увеличение вредоносности яблонно-подорожниковой тли *Dysaphis mali* Ferr. и красной кровяной тли – *Eriosoma lanigerum* Hausm. Такие же изменения прослеживаются и в насаждениях винограда, это особенно заметно на примере сосущих вредителей: трипсов (Thysanoptera, Terebrantia, Thripidae), цикадок (Homoptera, Auchenorrhyncha, Cicadellidae) и эриофиидных клещей (Arachnida, Acariformes, Eryophyidae).

Анализ фитосанитарной ситуации виноградных экосистем за 2012-2016 гг. показывает, что наиболее массовым и широко распространенным видом, наряду с такими типично доминирующими видами, как гроздевая листовертка (*Lobesia botrana* Den. et Schiff.) и филлоксеры (*Viteus vitifoliae* Fitch. = *Phylloxera vastatrix* Planch.), остается виноградный трипс.

В 2015-2016 гг. отмечено расширение ареала оранжевого трипса (*Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche = *Thrips adonidum* Cook.) – вида, характерного для тепличных экосистем, и ранее в открытых агроценозах в Краснодарском крае не встречавшегося. Учитывая, что оранжевого трипса уже неоднократно обнаруживали в школах винограда, нельзя исключить возможность его частичной адаптации на виноградниках [20].

В последние годы наблюдалось увеличение вредоносности японской или дальневосточной виноградной цикадки (*Arboridia*=*Erythroneura kakogawana*, Mats.) и калифорнийской виноградной цикадки (*Erythroneura* spp.), в 2016 году очаги их вредоносности фиксируются во всех без исключения зонах возделывания винограда в крае, в том числе и в промышленных насаждениях.

Для выделения штаммов возбудителя парши яблони из современных садовых агроценозов региона и изучения их морфолого-культуральных особенностей, создания коллекции изолятов для усовершенствования методов мониторинга парши яблони в течение сезона лёта аскоспоровой инфекции было собрано 75 образцов листового опада с созревшими псевдотециями (аскоспоровая стадия) с различных по устойчивости к заболеванию сортов яблони и из разных географических и агроэкологических зон Краснодарского края и Республики Адыгея.

Полученные моноспоровые изоляты характеризовались высоким разнообразием морфолого-культуральных признаков, которые были оценены по достижении культуры месячного возраста. Каждый полученный изолят был пересейан в коллекцию чистых культур парши яблони, фотографирован и описан по совокупности морфолого-культуральных признаков для пополнения базы данных. Значительная вариабельность была показана по размеру или диаметру изолята. Разброс показателей по этому параметру составил от 5 мм

для самых маленьких колоний до 26 мм для наиболее крупных. Все изученные изоляты по размерам были разделены на три условные группы: 1) маленькие – до 10 мм, 2) средние – от 11 мм до 20 мм и 3) большие – больше 20 мм.

В целом по всей выборке изолятов распределение групп по размерам описывается гауссовой кривой: количество изолятов со средними размерами было наибольшим – 72 %, в то время как крайние значения показателя составили 14 % и 15 % для маленьких и больших изолятов, соответственно. Однако выборки, различающиеся сортовой или географической принадлежностью, различались между собой характером распределения по группам размеров. Так, в целом, при гауссовом распределении доля крайних групп размеров (маленьких и больших) варьировала в различных по сортовому и географическому происхождению изолятах.

Анализ совокупности морфолого-культуральных характеристик выделенных изолятов позволил добавить к имеющимся 10 морфотипам (по результатам исследований за 2015 год) ещё 20. Таким образом, суммарное количество морфотипов по результатам двух лет исследований составило 30. Анализ распределения морфотипов показал широкую внутривидовую изменчивость патогена.

Наибольшее внутривидовое разнообразие на основе среднего числа морф μ было отмечено в образцах, полученных из садов интенсивного и не интенсивного типа г. Апшеронска на сортах яблони Гала и Голден Делишес, которое составило $\mu=15,05\pm0,71$ и $13,47\pm0,58$ соответственно; средним значением характеризовалась выборка из полунтенсивного сада сорта Гала (п. Новомихайловское) $\mu=9,43\pm0,52$ и наименьшим – популяция на сорте Ренет Симиренко (г. Гулькевичи) $\mu=6,71\pm0,46$.

Многолетний анализ результатов исследований *по содержанию остаточных количеств фунгицидов триазольной группы* (на примере дифеноконазола) позволил установить увеличение степени загрязнения препаратами этой группы садовых агроценозов и разработать методические подходы к их снижению.

Изучение особенностей динамики токсиканта показало, что впервые два года обработок фунгицидом Скор, КЭ (250 г/л дифеноконазола) его остаточные количества в почве не были отмечены уже через трое суток после четырехкратного применения. Через три года аналогичной системы защиты сада остатки препарата (не превышающие ориентировочно допустимые концентрации (ОДК)) присутствовали в течение 14 суток. Шестилетнее применение Скор, КЭ привело к накоплению его в почве до съема урожая, то есть в настоящее время токсикант присутствует в садовых агроценозах весь вегетационный период.

Установлено, что 23-х летнее применение препарата дифеноконазол привело не только к возрастанию периода деградации, но и к увеличению его концентрации в почве. Если в 1995 году по окончании «срока ожидания» в пробах почвы содержание дифеноконазола было ниже ОДК, в 1998 году в 1,2 раза выше нормативов, то в 2014-2016 гг. уровень его в почве был в 3,0-3,8 раза выше ОДК.

Выводы. В результате исследований получены новые знания о биоэкологических особенностях доминирующих вредных организмов в многолетних агроценозах и закономерностях формирования энтомоценозов в условиях стрессовых ситуаций, а также об уровне загрязнения плодовых агроценозов остаточными количествами фунгицидов триазольной группы. Получены моноспоровые изоляты, характеризующиеся высоким разнообразием морфолого-культуральных признаков.

По результатам исследований было получено 2 свидетельства о государственной регистрации баз данных; «База данных биоэкологических особенностей сливовой плодовой плодожорки (*Grapholita funebrana* Mats) с учетом погодных условий центральной зоны садоводства Краснодарского края» № 2016620586 от 12 мая 2016г. и «База данных по устойчивости сортов винограда к листовой форме филлоксеры» №2016620295 от 25.03.2016 года.

Литература

1. Якуба, Г.В. Структура патогенного комплекса возбудителей микозов наземной части растений яблони в условиях изменения климата / Г.В.Якуба // Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ. – Т.5. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2014. – С. 151-157.
2. Дорожкин, Н. А. Проблемы иммунитета сельскохозяйственных растений к болезням / Н. А. Дорожкин, С. И. Бельская, Е. А. Волуевич [и др.] – Минск: Наука и техника, 1988. – 248 с.
3. Федорова, Р.Н. Парша яблони / Р.Н.Федорова. – Л.: Колос, Ленингр. отд-ние, 1977. – 64 с.
4. Подгорная, М.Е. Разработка методов управления процессами фитосанитарного оздоровления экосистем плодовых агроценозов на основе биоценотической регуляции / М.Е Подгорная, Г.В. Якуба, С.Р. Черкезова, С.В. Прах, И.Г. Мищенко, Э.Б. Янушевская //Науч.-практич. конф. грантодержателей Российского фонда фундаментальных исследований и администрации Краснодарского края. – Краснодар, 2009. – С.93-94.
5. Холод, Н.А. Выявление и учет стеблевой нематоды / Методика опытного дела и методические рекомендации СКЗНИИСиВ: сб. науч. тр. – Краснодар, 2002. – С. 157.
6. Черкезова, С.Р. Садовые акроценозы и экологизация защиты от растительноядных клещей. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. – 165 с.
7. 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.
8. Холод, Н. А. Экологизированная защита земляники садовой от стеблевой нематоды: монография / Н.А.Холод. – Краснодар, 2013. – 202 с.
9. Подгорная, М.Е. Контроль остаточных количеств инсектицидов, применяемых в системах защиты яблони: монография / М.Е. Подгорная. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. – 135 с.
10. Подгорная, М.Е. Динамика разложения фунгицидов в почве садов при защите яблони от болезней / М.Е. Подгорная // Биоресурсы, биотехнологии, экологически безопасное развитие агропромышленного комплекса. – Сочи, 2007. – С. 385-390.
11. Дьяков, Ю.Т. Популяционная биология фитопатогенных грибов / Ю.Т. Дьяков. – М.: ИД Муравей, 1998. – 384 с.
12. Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
13. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде / под ред. Клисенко М.А. – М., Колос, 1983. – 299с.
14. Методики опытного дела и методические рекомендации СКЗНИИСиВ / под ред. Егорова Е.А. – Краснодар, 2002. – С. 143-176.
15. 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.
16. Талаш, А.И. Методика проведения испытаний средств защиты виноградников от гроздевой листовертки в полевых условиях / А.И. Талаш – Краснодар, 2013 – 8 с.
17. Юрченко, Е.Г. Микробиологический метод регулирования вредителей на виноградниках / Е.Г. Юрченко. – Краснодар, 2014. – 113с.
18. Артюхова, Г.А. Деструкции надземных вегетативных органов земляники (*Fragaria x ananassa* Duch) в связи с поражением стеблевой нематодой (*Ditylenchus dipsaci* Kuhn): автореф. дис. ... канд. биол. наук : Артюхова Галина Александровна. – М., 1972. – 16 с.
19. Evans, d.w. White flagging of stem nematode infected alfalfa / d.w. Evans, j.h. Elgin, l.r. Faulkner // crop science, 1971. – vol. 11, № 4. – p. 591-592.
20. Юрченко, Е.Г. Роль биотических факторов в регуляции численности растительноядных трипсов в ампелоценозах Западного Предкавказья / Е.Г. Юрченко // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: сб. мат. 6-й межд. науч. конф. (13.04.2010 г.). – Вып.6. – Краснодар, ВНИИБЗР, 2010. – С. 226-228.