ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 93:58.006(477.75)
DOI: 10.36305/2712-7788-2020-4-157-7-17

ИСТОРИЯ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ В НИКИТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Посвящается 100-летию основания отдела защиты растений

Юрий Владимирович Плугатарь, Елена Борисовна Балыкина

«Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»
298648, Республика Крым, г.Ялта, пгт Никита
E-mail: zaschitanbs@rambler.ru

Приведены сведения по истории создания и становления отдела защиты растений в Никитском ботаническом саду и итоги современных теоретических и прикладных исследований по защите аборигенных и интродуцированных растений за 2000-2020 гг. Рассмотрены основные концепции, направления и методы в развитии систем интегрированной защиты растений плодовых и парковых насаждений. Выделено пять этапов в решении главной задачи защиты растений – рационального управления фитосанитарным состоянием агробиоценозов: 1. использование агротехнических методов борьбы, включая механическое уничтожение фитофагов; 2. химический метод защиты растений с применением политоксичных пестицидов широкого спектра действия; 3. интегрированная борьба в форме концепции сокращенной схемы обработок с учетом экономических порогов численности и вредоносности и комбинирования всех существующих методов борьбы; 4. управление ростом популяций вредных организмов с помощью биологически активных веществ информационного типа по интегрированным показателям; 5. разработка постгеномного подхода к ограничению численности фитофагов, основанная на применении фрагментов природных полимеров нуклеиновых кислот, разработка контактных ДНК-инсектицидов на основе коротких антисмысловых фрагментов генов, а также препаратов на основе двухцепочечных РНК-фрагментов. Современные исследования имеют высокую теоретическую и прикладную значимость для развития систем интегрированной защиты плодовых, декоративных, лесных культур в Российской Федерации и Крыму и позволяют объективно оценить фитосанитарное состояние садово-паркового агробиоценоза, выявить доминирующие виды патогенов и вредителей, прогнозировать тенденции их развития и подобрать экологически безопасные, экономически рентабельные методы контроля их численности.

Ключевые слова: *основание отдела; концепции; этапы; методы защиты*

История становления и формирования отдела защиты растений. Развитие научных исследований по защите растений в России, и прежде всего в Крыму, исторически связано с Никитским ботаническим садом. Этапы создания и становления отдела защиты растений, а затем лаборатории энтомологии и фитопатологии сада, отражают объективный ход истории формирования науки о защите растений в целом.

Основатель казенного Императорского Никитского экономо-ботанического сада Х.Х. Стевен не случайно носил почетное звание Главного энтомолога и ботаника России, т.к. из 76-ти публикаций исследователя 11-ть отражают обширные знания в области энтомологии. Научная деятельность Х.Х. Стевена оказала огромное влияние на развитие сельского хозяйства юга России, а Никитский ботанический сад на протяжении XIX и даже начала XX веков был единственным источником информации по вопросам борьбы с вредителями и болезнями винограда, табака, плодовых, декоративных культур и даже пшеницы. О вредителях и болезнях винограда писали Стевен Х.Х., Гартвис Н.А., Сербуленко А.П., Цабель Н.Е., Пашкевич В.В., Скробишевский В.А., Потебня А.А., о болезнях пшеницы Филиппов Ю.

В частности, следует отметить решающую роль ученых Никитского сада в ликвидации филлоксеры – самого опасного карантинного вредителя винограда, повреждающего все части куста. Фитофаг может размножаться без оплодотворения, благодаря чему быстро распространяется и мигрирует на близлежащие плантации. В 19 веке вредителя завезли из Северной Америки в Европу, где он нанес серьезный ущерб европейским виноградникам. В Крыму эта проблема возникла в связи с завозом Никитским садом вредителя с саженцами винограда в местечко Тессели. Исследования по биологии филлоксеры нашли отражение в публикациях Цабеля Н.Е., Саломона А.Е. и Базарова А.И. (Митрофанов, 2020). Проблема была решена введением в эксплуатацию привитой культуры винограда.

В семидесятых годах XIX-го столетия на яблонях в Крыму была обнаружена кровяная тля (*Eriosoma lanigerum* Hausm), интродуцированная из Европы с посадочным материалом. Выкорчевка и уничтожение плодовых насаждений не дали тогда положительных результатов. Лишь значительно позже, Теленгой Н.А. в 30-х годах следующего столетия с помощью выпуска специализированного паразита семейства хальцид афелинуса (*Aphelinus mali* Hald.) эта проблема была окончательно решена.

С началом развернувшейся механизации и электрификации сельского хозяйства назрела необходимость перехода от решения конкретных эпизодических задач к планомерным специализированным исследованиям с целью создания зональных технологических схем защитных мероприятий применительно к каждой культуре с учетом сортовой агротехники и в сентябре 1920 г. в Никитском ботаническом саду был открыт отдел фитопатологии. На 31 октября 1920 г. штат отдела состоял из одного человека – заведующего отделом – специалиста по фитопатологии и микологии Декенбаха Константина Николаевича. В приказе Наркомзема № 173 от. 4 июня 1927 г., было подчеркнуто: «Отдел имеет своей задачей исследование заболеваний и повреждений культурных растений, а также изыскание способов борьбы с их болезнями и вредителями». Начавшаяся работа была прервана Великой Отечественной войной.

В первые послевоенные годы работу в отделе защиты растений возглавили И.З. Лившиц и Н.И. Петрушова. Основное внимание было уделено изучению биологии вредителей и возбудителей заболеваний растений, произрастающих на территории Сада и разработке мер борьбы с ними. К концу 1950-х годов были завершены и опубликованы материалы по биологии и морфологии маслинной листоблошки, специализации грибов рода *Monilia*, биологии и мерам борьбы с возбудителем рака инжира, с самшитовой минирующей мушкой, инжирным лубоедом, с вредителями и болезнями субтропических и цитрусовых культур, с фузариозом саженцев в питомниках и др. (Митрофанов, 2020). К началу 1990-х годов результатом работы коллектива стала высоко эффективная система химических мероприятий по защите плодового сада от болезней и вредителей, взятая на вооружение не только в Крыму, но и по всему югу страны. Она не являлась догмой, а продолжала совершенствоваться в направлении снижения токсичности для человека и животных, повышения эффективности и удешевления. В период наиболее интенсивных работ по совершенствованию химического метода развивались токсикологическое направление (1962-1972) и химии пестицидов (1964-1972). В 1976 г. начаты исследования по вирусологии. Впервые были разработаны методы диагностики вирусных болезней и оздоровления многих цветочных культур: гвоздики ремонтантной, хризантемы, лилии, гиацинтов, нарциссов, гладиолусов, антуриума и др. В настоящее время лаборатория входит в состав отдела биологии развития растений, биотехнологии и биобезопасности (Митрофанов, 2020).

В целом, за вековой период существования службы защиты растений в научных исследованиях выделяется ряд этапов теоретических и прикладных аспектов (табл.1).

Таблица 1

Этапы теоретических и прикладных исследований по защите растений

Table 1

Stages of theoretical and applied research on plant protection

Период Period of time	**Концепция** Conception	**Методы** Methods	**Средства** Means
1780 -1890 гг.	Изучение биоразнообразия. Полное уничтожение фитофагов и фитопатогенов	Агротехнический	Сбор и механическое уничтожение вредных видов
1890-1950 гг.	Полное уничтожение вредных видов	Химический	Контактные инсектициды кишечного действия
1950-1970 гг.	Интегрированная борьба – сокращенная схема обработок с учетом экономических порогов вредоносности (ЭПВ)	Комбинация химического с биологическим и агротехническим	Политоксичные инсектициды в сочетании с бактериальными и грибными препаратами
1970-2002 гг.	Прогнозируемая борьба – прогноз массового размножения отдельных видов и снижение их численности до ЭПВ	Комбинация химического метода с биотехническим и биологическим	Селективные инсектициды, гормоны, феромоны
2003-2018 гг.	Интегрированное управление ростом популяций – сдерживание численности вредных видов на «допороговом» уровне	Химический (на основе интегрированных показателей) + биотехнический	Узкоселективные инсектициды и БАВ информационного типа
2018-2020 гг.	Разработка ДНК-инсектицидов и векторов РНК-интерференции	Биотехнические, генетические	Узкоселективные, экологически безопасные препараты

На начальном этапе зарождения защиты растений как науки (I этап), охватывающем период конца XIX – начало XX веков, исследования носили преимущественно фаунистический характер, касались описания новых видов насекомых и патогенов, особенностей их фенологии. Преобладал агротехнический метод борьбы с фитофагами и фитопатогенами, основанный на их физическом уничтожении, включая приемы непосредственного сбора и удаления из сада. В целом этот способ был очень трудоемким и малоэффективным, особенно в борьбе с заболеваниями. В настоящее время в промышленных садах не используется, но может найти применение на приусадебных участках и мелких фермерских хозяйствах.

Разработка и применение пестицидов минерального происхождения (соли меди, ртути, элементарная сера, минеральные масла) в начале XX века положила начало химическому методу борьбы с вредителями и болезнями (II этап). В комплексных системах защиты многолетних агробиоценозов основой был и остается химический метод как наиболее продуктивный, быстродействующий и высокоэффективный. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации в настоящее время насчитывает более 100 наименований торговых марок, относящихся к 58 классам химических соединений. К ним относятся:

фосфооорганические соединения – 12; синтетические пиретроиды – 17, неоникотиноиды – 5; авермектины – 4; ингибиторы синтеза хитина – 2; ювеноды – 3; комбинированные инсектициды – 5.

Тем не менее, к середине 1970-х годов стали проявляться существенные недостатки широкомасштабного использования пестицидов – загрязнение окружающей среды остатками препаратов, появление резистентных к пестицидам рас и форм фитофагов и фитопатогенов и т.д., что послужило стимулом к избирательному их использованию, сокращению кратности обработок и поиску новых химических соединений селективного действия с низкими нормами применения. На смену позиции полного уничтожения вредных видов пришла идея интегрированной борьбы в форме концепции сокращенной схемы обработок с учетом экономических порогов численности и вредоносности и комбинирования всех существующих методов борьбы, но прежде всего химического с биологическим и агротехническим (III этап).

Принципиально новый этап в защите растений начался с появлением биологически активных веществ (БАВ) различного типа – феромонов, гормонов, хемостерилянтов, регуляторов роста и развития насекомых и созданием бактериальных и вирусных препаратов. С началом широкомасштабного использования феромонов появилась возможность решения новой задачи – не только снизить плотность популяций вредителей и патогенов, но и удерживать ее на «допороговом» уровне как можно дольше, используя при этом препараты узкоселективного действия с низкими нормами расхода, нетоксичные для полезной энтомоакарифауны.

В результате, в начале XXI столетия возникла концепция управления ростом популяций вредных организмов с помощью биологически активных веществ информационного типа по интегрированным показателям: r_{max} (критерию Мальтуса) и R_0 (критерию Райта), вычисляемым по «таблицам жизни» (Life table), включающим когортные таблицы выживания (онтогенез) и возрастные таблицы плодовитости (воспроизводство). Разработка теоретических и практических аспектов данной концепции была начата в 2000-х годах под руководством доктора биологических наук В.И. Митрофанова (Митрофанов и др., 2004). На основе этой концепции появилась существующая и поныне прогнозируемая система защиты растений, основанная на сочетании биотехнического метода с применением узкоспециализированных пестицидов и позволяющая достичь определенного успеха в подавлении численности вредных видов. Применение узкоспециализированных пестицидов и гормональных средств нуждалось в более тонких методах определения сроков борьбы, т.к. от этого зависела их эффективность. Для сигнализации сроков применения препаратов данных групп впервые в Крыму начали применять половые аттрактанты насекомых и была разработана методика использования ловушек с феромонами чешуекрылых (IV этап).

Феромоны – химические вещества, вырабатываемые и выделяемые в окружающую среду живыми организмами и вызывающие специфические ответные реакции у воспринимающих их особей того же вида, в настоящее время являются неотьемлемой частью любой интегрированной системы защиты, т.к. сроки проведения обработок против наиболее вредоносных видов – яблонной, восточной и сливовой плодожорок определяются на основе данных отлова самцов на феромонные ловушки.

Применение феромонов как метода борьбы с вредителями включает «массовый отлов» и дезориентацию. Суть дезориентации заключается в насыщении участка высокими концентрациями синтетического полового феромона самки, что вызывает неспособность самцов различить индивидуальный следовой запах природных самок в условиях высокого уровня фонового запаха (Балыкина и др., 2020).

В наших исследованиях установлена высокая биологическая эффективность применения диспенсеров с половым феромоном яблонной плодожорки марки Шин–

Етсу МД СТТ (производство компании «Шин Етсу Кемикал Ко ЛТД» Япония). При однократном вывешивании 500 диспенсеров/га в яблоневом саду лет бабочек вредителя практически отсутствовал, тогда как на участках химической защиты и в контроле наблюдался интенсивный лет яблонной плодожорки в течении всего периода вегетации. Повреждение плодов в съемном урожае на участке дезориентации составило 0,3%, что на уровне эталонного варианта при 12-ти кратном применении инсектицидов. Биологическая эффективность метода дезориентации самцов в съемном урожае составила 99,6%. При этом дезориентирующий эффект сохранялся на протяжении четырех с половиной месяцев: с конца апреля до второй декады сентября. В этот период поврежденных плодов на деревьях не выявлено.

Практическим примером внедрения в производство концепции интегрированного управления ростом популяций стала система защиты плодовых культур (на примере яблони), основанная на методах управления процессами жизнедеятельности экономически значимых видов фитофагов с учетом их жизненной стратегии. Разработанная система позволяет снизить количество обработок и пестицидный прессинг в садовом агроценозе в 1,7 раза (количество обработок снижается с 10 до 6, а расход инсектицидов с 28 до 16 кг/га за сезон), что благоприятно сказывается на жизнедеятельности энтомоакарифагов, численность которых на участках с использованием предложенной системы за вегетационный период увеличивается в среднем в 6,8 раза. При этом биологическая эффективность разработанной системы на 14,5% выше, чем у применявшейся ранее зональной системы защиты яблони (96,7 и 82,1%, соответственно). Экономический эффект (рентабельность) с 1 га яблоневого сада составлял в среднем 317,0%, что на 170,0% выше, чем у применявшийся ранее системы. Система регулируемой защиты яблони внедрена в плодоносящих яблоневых садах Крыма на общей площади 184 га. Данные опубликованы в монографии «Энтомоакарокомплекс и защита яблоневых садов Крыма» (Балыкина, Черний, 2018 г.)

Однако, несмотря на значительное сокращение объемов применения пестицидов при использовании интегрированных систем защиты, важным экологическим вопросом является разработка препаратов для контроля численности насекомых-вредителей, которые будут безопасными, доступными и одновременно эффективными в долгосрочной перспективе. Разработка постгеномного подхода, который основывается на применении фрагментов природных полимеров – нуклеиновых кислот положила начало новому пятому (V) этапу исследований по защите растений. Разрабатываются контактные ДНК-инсектициды на основе коротких антисмысловых фрагментов генов, а также препараты на основе двухцепочечных РНК-фрагментов. Исследованиями по испытанию одно цепочных ДНК инсектицидов против личинок *Unaspis euonymi* Comst. установлена высокая смертность личинок фитофага на 7-е сутки после применения. Действие препарата продолжается более 30-ти суток. В контроле естественная смертность личинок вредителя в начале опыта составляла 11,9%, а через 30 суток достигла 26,6%. Учитывая высокую избирательность действия и экологическую безопасность препаратов данной группы, в перспективе они могут стать альтернативой химическим инсектицидам.

В контексте представленных концепций на современном этапе развития защиты растений следует выделить ряд исследований теоретического и практического характера в области энтомологии, акарологии и фитопатологии.

Энтомологические исследования базируются на систематическом мониторинге видового и количественного состава членистоногих в многолетних агроценозах Крыма. На основании 20-летних исследований по оценке видового и количественного состава членистоногих, выявленных в яблоневых садах различного возраста и типа

возделывания, разработаны методические рекомендации, в которых представлены основные возрастные этапы формирования энтомоакарокомплекса яблоневых садов, изложены методы выявления и учета экономически значимых фитофагов и их естественных врагов, представлены способы бонитической характеристики ценозов по двум основным показателям биоразнообразия – доминированию (индекс Симпсона) и выравненности (индекс Пиелу), и предложены схемы защиты яблони с учетом возраста сада и пестицидной нагрузки. Методические рекомендации позволяют объективно оценить фитосанитарное состояние конкретного агроценоза, прогнозировать развитие потенциально опасных видов вредителей, подобрать необходимый ассортимент пестицидов и определить оптимальные сроки и нормы их применения (Балыкина и др., 2015).

Статистический анализ 37-летних данных по сезонной динамике численности яблонной плодожорки позволил установить, что поврежденность плодов яблонной плодожоркой напрямую зависит от урожайности (коэффициент корреляции 0,9) и мало зависит от динамики лета (коэффициент 0,56). Поврежденность урожая прямо пропорциональна суммарному количеству гусениц вредителя, уходящих в зимнюю диапаузу (коэффициент корреляции 0,68). Полевая оценка эффективности регулирования скорости роста популяции яблонной плодожорки методами токсикологии (по поврежденности плодов) и демографии (по изменению биотического потенциала) показала, что для контроля численности вредителя целесообразно использовать регуляторы роста и развития насекомых. Оценка их применения токсикологическими методами позволила установить 92,0–98,0% биологическую эффективность в съемном урожае. Демографическая оценка показала снижение плотности популяции вредителя в каждом последующем поколении в среднем в 1,5 раза и увеличение процента паразитирования гусениц, уходящих в зимнюю диапаузу, с 23,9 до 35,6%. При этом в садовом агроценозе сохраняются трофические связи типа «паразит-хозяин» (Балыкина, Черний, 2018).

В парковых ценозах наряду с аборигенными фитофагами ежегодно фиксируются ранее не встречавшиеся виды. Динамика инвазии составляет 2–3 ранее не выявленных вида в год. В таксономической структуре инвазивных видов преобладают равнокрылые, вторую позицию занимают полужесткокрылые, третью равнокрылые. Только в текущем году обнаружены три новых инвазивных вида – *Bruchidus terrenus* Sharp. из семейства Chrysomelidae на *Albizia julibrissin* Durazzini, *Corythucha arcuata* Say. семейство Tingidae обнаружена на *Quercus*; *Fagaceae* и *Ophelimus maskelli* Ashmead, на растениях рода *Eucalyptys* L'Héritier. (Трикоз, 2019). В Арборетуме и парках Никитского ботанического сада выявлено 24 вида вредителей, повреждающих 55 видов растений. У ряда фитофагов появились новые растения-хозяева: у *Corythucha arcuata* Say. – *Quercus cerris*, *Q. castaneifolia*, *Q. myrsinaefolia*, *Q. pubescens*; у *Pulvinaria floccifera* Westw. – *Ilex aquifolium*, *Cinnamomum camphora*, *Osmanthus aquifolium*; у *Euphyllura olivine* Costa. – *Osmanthus fortunei*; у листоблошки жимолостной – *Lonicera caprifolium*; у *Icerya purchasi* Mask. – *Buxus sempervirens*, *Poncirus trifoliate*, *Berberis sp.*; у *Aphis maidiradicis* Forbes – *Spartium junceum*. Снизилась распространенность и интенсивность развития вредителей: *Pulvinaria floccifera* Westw. – на 20,0 –30,0%, *Euphyllura olivine* Costa. – до 30,0%, *Trioza anthrisci* Burckhardt – до 50%, *Unaspis euonymi* Comst. – на 10 %, *Forda hirsute* Mordv. – на 70,0%, *Sphaerolecanium prunastri* Fonsc. – до 50,0%. Повысилась активность вредителей: *Cydalima perspectalis* Walker – на 30,0 – 40,0%, *Trialeurodes lauri* Sign. – до 50,0% (Исиков, Трикоз, 2019).

Учитывая тот факт, что жизнедеятельность насекомых в значительной степени обусловлена температурно-влажностным режимом вегетационного периода,

численность и, как следствие, вредоносность спрогнозирована на основе корреляционной зависимости между погодными условиями и плотностью их популяций. Нами установлена высокая корреляционная зависимость между ГТК и отловом бабочек яблонной плодожорки на феромонные ловушки и рассчитано уравнение линейной регрессии. При этом оптимальный температурно-влажностный режим для жизнедеятельности вредителя обеспечивается при показателе ГТК 0,8 – 1,0. Таким образом, определив ГТК и используя данное уравнение можно рассчитать ожидаемую плотность популяции вида на текущий вегетационный период.

Определено, что зеленая яблонная тля интенсивно размножается в первую половину вегетационного периода – апрель–июнь, чему способствует влажная погода (ГТК >1,0). Численность в яблоневых садах клещей фитофагов в жаркие и засушливые годы с показателем ГТК ниже 1, резко возрастает (Балыкина, Черний, 2018).

На основе многолетних наблюдений за динамикой лета яблонной, восточной, сливовой, грушевой плодожорок и гвоздичной листовертки с помощью феромонных ловушек и метеоданных были разработаны статистические модели прогноза численности этих вредителей. Для создания моделей использованы линейные параметрические модели авторегрессии и авторегрессии-регрессии, которые хорошо описывают динамику численности указанных видов и могут быть использованы для составления краткосрочных и долгосрочных прогнозов и для других видов чешуекрылых. На основании разработанных моделей был составлен прогноз развития вредителей до 2010 года. Ошибка прогнозов составила 15,0–20,0%, оправдываемость 85,0 –90,0%. (Митрофанов, Савельев, 1999).

Разработанные модели позволяют получить сведения о колебаниях численности вредителей в природе и дают возможность установить сроки появления уязвимых фаз, против которых наиболее эффективно проведение защитных мероприятий. На основании результатов исследований составлены методические рекомендации, где систематизирована единая методика разработки статистических моделей пяти видов плодоповреждающих чешуекрылых, являющихся доминирующими в плодовых насаждениях Крыма. Разработанная методика в сочетании с автоматизированной системой сбора метеорологических данных может служить основой для создания автоматизированного места агронома (АРМ с пакетом программного обеспечения).

Акарологические исследования, начатые первым заведующим отделом защиты растений И.З. Лившицем и продолженные доктором биологических наук В.И. Митрофановым и доктором биологических наук профессором Кузнецовым Н.Н., внесли большой вклад в изучение фауны, систематики, биоэкологии растительноядных клещей и мер борьбы с ними. В.И. Митрофановым выявлено и описано более 400 новых для науки видов и проведена ревизия видового состава тетраниховых клещей на территории бывшего Советского Союза, составлены определители паутинных клещей Советского Союза и клещей-плоскотелок фауны мира.

Н.Н. Кузнецовым подведены итоги изучения фауны хищных клещей семейства Stigmaeidae (роды *Stigmaeus*, *Cheylostigmaeus*, *Storchia*). Мировая фауна этих родов насчитывает 89 видов, соответственно по родам 71, 16 и 2 вида. Фауна Крыма – 14 видов, по родам 13,0 и 1,0 (Кузнецов, Петров, 1984). В заповеднике «Мыс Мартьян» выявлено 5 видов: *Stigmaeus pilatus*, *S. pulchellus*, *S. purpurascens*, *S. nikitensis* и *Storchia robusta*. На основе исследований издана монография «Mites of the family Scutacaridae of Eastern Palaearctic» (Khaustov, 2008).

Также под руководством Н.Н. Кузнецова начаты прикладные исследования по изучению и практическому использованию хищных клещей семейства фитосейид как новых агентов биологической защиты садов и виноградников Крыма. В начале 2000-х годов на базе двух научно-производственных биолабораторий нарабатывался и

расселялся по Крыму материал для защиты от клещей-фитофагов на 5000-6000 га садов и виноградников. Метод позволял исключить акарициды из системы химических обработок, способствуя снижению пестицидной нагрузки более чем на 20,0%, повышению экологического качества урожая и восстановлению местной полезной фауны. Дополнительный доход только за счет экономии акарицидов составляет 160 долл./га.

Нашими исследованиями доказана возможность регулирования плотности популяции клещей-фитофагов при их пороговой численности с помощью хищных клещей методами «наводнения» и искусственного разведения с последующим выпуском в сад. Установлено, что в летний период при температурах от 30 ºС и выше и влажности до 50,0% развитие паутинных клещей эффективно сдерживает совместное применение *A. andersoni* и *A. californicus* при норме выпуска 250-300 особей на каждое 10-е дерево. Сочетание биометода с использованием акарицидов позволяет сократить кратность обработок от клещей-фитофагов с 5-7 до 1-2 за сезон. На основе полученных данных запатентован «Способ защиты насаждений с использованием хищных клещей». (Балыкина и др., 2020).

В результате 35-летних микологических исследований в Крыму на 700 видах древесных растений было выявлено более 2,5 тысяч видов грибов (Исиков, Трикоз, 2017). Впервые в практике микологических исследований разработана методика составления микологических карт растений, изучены сукцессии грибов на побегах 50 видов древесных пород пяти жизненных форм. Всего на побегах древесных растений выявлено 187 видов грибов из 56 родов, 6 классов, 15 порядков и 27 семейств. Грибы относятся к двум отделам: Ascomycota – 184 вида (98,4%) и Basidiomycota – 3 вида (1,6%). Грибы на древесных растениях представлены в микологической системе MycoBank и Cybertruffle. Ботанические названия древесных растений приведены в современной международной классификации по The Plant List (www.the plantlist.org). Проведено распределение грибов по пяти ботанико − географическим зонам Крыма: Полынная степь (ПС), Крымская Степь (КС), Крымская Лесостепь (КЛС), Горный Крым (ГК), Южный берег Крыма (ЮБК). Создано 1500 микологических моделей, отражающих хозяино-паразитарные связи грибов с конкретными растениями-хозяевами для 23 экотопов Крыма. Подробно изучены сукцессии грибов на 50 видах древесных растений, позволяющие применить биологические методы определения устойчивости многолетних насаждений (Исиков, Трикоз, 2017).

Установлено, что видовое разнообразие патогенных организмов на древесных растениях определяется следующими факторами: а) специализацией фитопатогенных грибов по растениям-хозяевам; б) количеством выявленных пространственных и временных экологических ниш для патогенных грибов на растениях; в) сукцессионными изменениями в экологических нишах во временном континууме; г) за счет викарных видов грибов, проявляющихся при интродукции древесных растений за пределы ареала (зоны интродукции и дискомфорта).

В области фитопатологии в последнее десятилетие продолжены начатые ранее исследования по выявлению сортов и гибридных форм плодовых культур с повышенной устойчивостью к патогенам с целью их дальнейшего использования в селекции на иммунитет. На естественном и искусственном инфекционных фонах по общепринятой методике был оценен генофонд персика, нектарина, персика декоративного и абрикоса на поражаемость грибными заболеваниями. В результате были выявлены и рекомендованы для дальнейшего использования в селекционном процессе как доноры устойчивости сорта персика с повышенной устойчивостью к болезням.

Установлен видовой состав возбудителей грибных и бактериальных заболеваний на цветочно-декоративных культурах НБС – ННЦ. Определены доминирующие, типичные часто и редко встречаемые пятнистости и некрозы. Динамика развития возбудителей грибных заболеваний на *Tulipa*, *Syrimga*, *Chrysanthemum*, *Clematis*, *Iris*, *Heterocallis*, *Begonia*, *Geranium* свидетельствует, о том, что доминирующими формами микробиоты пораженных растений являются грибные инфекции (73,0%), среди которых преобладают представители родов *Fusarium*, *Verticillium*, *Botrytis*, *Alternaria*. Существенное значение по качественному составу возбудителей болезней занимают бактериальные инфекции (21,0%) из родов: *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Agrobacterium*, по симптомам фиксируются вирусы и фитоплазма (6,0%).

Исследованиями по степени поражаемости возбудителями грибных болезней коллекции садовых роз: *Podosphaera pannosa* (Wallr.) De Bary, *Diplocarpon rosae* F.A.Wolt,, *Phragmidium tuberculatum* Jul. Müll.; и определению степени вредоносности фитофагов: *Macrosiphum rosae* L., *Archips rosana* L., *Tropinota hirta* Poda, *Cetonia aurata* Linnaeus. установлено, что наиболее вредоносными грибными болезнями являются: *Sphaerotheca pannosa* (Wall.) Lev., поражено от 10,0 до 30,0% сортов; *Diplokarpon rosae* F.A. Wolt., поражено 30,0% сортов; *Phragmidium tubercucatum* Jul. Mull. – поражено до 10,0% сортов. Основными фитофагами розы из группы Ругоза *Abelzieds*, *Pink Grotendorst*, *Ritausma* являются: *Macrossiphum rosae* L., *Archips rosana* L., *Cetonia aurata* L., *Tropinota hirta* Poda., *Tetranychus urticae* Koch.

Для дальнейших селекционных исследований отобраны: 21 сорт полуплетистой садовой группы, устойчивой к грибным болезням, 7-ми сортов группы Флорибунда, по 6 сортов садовых групп Кордеса и почвопокровной и 5 сортов группы Грандифлора. Стабильная устойчивость подтверждена у 3-х сортов садовой группы Ругоза. Выделен и разработан ассортимент 46 сортов роз миниатюрной садовой группы, с повышенной устойчивостью к грибным болезням, которые будут использованы в ландшафтном озеленении Южного берега Крыма и в дальнейшей селекционной работе.

Определена зависимость распространения грибных болезней и фитофагов от метеорологических условий. Установлено, что при температуре +28ºС и осадках от 0,9 мм и выше цветение роз начинается на 10 дней раньше средних многолетних показателей, что способствует появлению вредителей *Cetonia aurata* и *Tropinota hirta*, заселенность которыми в текущем году составила 30,0%

В целом результаты современных энтомологических, акарологических, фитопатологических и микологических исследований позволяют объективно оценить фитосанитарное состояние садово-паркового агробиоценоза, выявить доминирующие виды патогенов и вредителей, прогнозировать тенденции их развития и подобрать экологически безопасные, экономически рентабельные методы контроля их численности, и в дальнейшем послужат основой циклических технологий интенсивного типа, обеспечивающих устойчивое сдерживание роста и развития вредных видов на уровне, не превышающем экономических порогов численности и вредоносности с прибыльной окупаемостью затрат на проведения защитных мероприятий и обеспечением сохранности окружающей среды и соблюдения стандартов качества продукции.

Литература / References

Балыкина Е.Б. Экологические основы формирования энтомокомплекса яблоневых садов Германия: LambertAcademicaPublishing, 2012. 100 с.
[*Balykina E.B.* Ecological basis of the formation of entomocomplexes of apple orchards. Germany: LambertAcademicaPublishing, 2012. 100 p.]

Балыкина Е.Б. Этапы формирования энтомокомплекса яблоневого сада // Вестник защиты растений. 2012. № 2. С. 62-65.
[*Balykina E.B.* Stages in the formation of entomocomplexes apple orchard. *Bulletin of plant protection*. 2012. 2: 62-65]

Балыкина Е.Б., Черний А.М. Энтомоакарокомплекс и защита яблоневых садов Крыма. Симферополь: ИТ «Ариал», 2018. 348 с.
[*Balykina E.B., Cherniy A.M.* Entomoacarocomplexes and protection of apple orchards of the Crimea. Simferopol: "Arial", 2018. 348 p.]

Балыкина Е.Б., Трикоз Н.Н., Ягодинская Л.П., Рыбарева Т.С. и др. Итоги испытаний синтетических половых феромонов чешуекрылых // Бюлл. ГНБС. 2019. № 130. С. 93-99.
[*Balykina E.B., Trikoz N.N., Yagodinskaya L.P., Ribaryova T.S et al.* Results of tests of synthetic sex pheromones of Lepidoptera. *Bull. SNBG*. 2019. 130: 93-99]

Балыкина Е.Б., Ягодинская Л.П., Рыбарева Т.С., Корж Д.А. Важнейшие фитофаги садовых агроценозов Крыма. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2020. 352 с.
[*Balykina E.B., Yagodinskaya L.P., Rybaryova T.S., Korzh D.A.* The most important phytophages of garden agrocenoses of the Crimea. Simferopol: "ARIAL", 2020. 352 p.]

Исиков В.П., Трикоз Н.Н. Защита декоративных насаждений от вредителей и болезней в парках Крыма. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2017. 104 с.
[*Isikov V.P., Trikoz N.N.* Protection of ornamental plantings from pests and diseases in parks of the Crimea. Simferopol: "ARIAL", 2017. 104 p.]

Исиков В.П., Трикоз Н.Н. Фитосанитарный мониторинг в парковых насаждениях Крыма. Симферополь: ИТ «Ариал», 2019. 296 с.
[*Isikov V.P., Trikoz N.N.* Phytosanitary monitoring in park plantations of the Crimea. Simferopol: "Arial", 2019. 296 p.]

Кузнецов Н.Н., Петров В.М. Хищные клещи Прибалтики (Parasitiformes: Phytoseiidae, Acariformes: Prostigmata). Рига: «Зинатне», 1984. 141 с.
[*Kuznetsov N.N., Petrov V.M.* Predatory mites of the Baltic States (Parasitiformes: Phytoseiidae, Acariformes: Prostigmata). Riga: "Zinatne", 1984. 141 p.]

Митрофанов В.И., Савельев В.А., Трикоз Н.Н., Смыков А.В., Балыкина Е.Б. Основы управления многолетними агропатосистемами // Сб. научных тр. ВПРС МОББ. Одесса. 1999. С. 193-198.
[*Mitrofanov V.I., Savelyev V.A., Trikoz N.N., Smykov A.V., balykina E.B.* Fundamentals of management of long-term agricultural systems. Coll. scientific works WPRS IOBC. Odessa, 1999, P. 193-198]

Митрофанов В.И., Манько А.В.,Балыкина Е.Б. Проблемы гарантий сохранения урожая и стабильности агроценоза в садоводстве. Інтегрований захист рослин на початку 21 століття: тез. докл. Київ, 2004. С. 307-312.
[*Mitrofanov V.I., Man'ko A.V., Balykin E.B.* Problems of safeguards to preserve the harvest and stability of agrocenosis in horticulture. Integrated plant protection at the beginning of the 21st century: th. rep. Kiev, 2004. P. 307-312.]

Митрофанов В.И. Управление фитопатосистемами в XXI веке. Симферополь: ИТ «Ариал», 2020. 95 с.
[*Mitrofanov V.I.* Control of phytopathosystems in the twenty-first century. Simferopol: "Arial", 2020. 95 p.]

Плугатарь Ю.В. Никитский ботанический сад как научное учреждение. Вестник Российск. Академии наук. 2016. Том 86, №2. С. 120-126.
[*Plugatar Yu. V.* The Nikitsky Botanical Gardens as a scientific institution. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. 2016. 86 (2): 120-126]

Трикоз Н.Н. Современное фитосанитарное состояние парковых ценозов Южного берега Крыма // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2019. Том 150. С. 93-101. DOI: 10.36305/2019-1-150-93-101
[*Trikoz N. N.* Modern phytosanitary condition of park cenoses of the Southern Coast of the Crimea. *Plant Biology and Horticulture: theory, innovation*. 2019. 150: 93-101. DOI: 10.36305/2019-1-150-93-101]

Gorina V., Balykina E., Korzh D., Yagodinskaya L. Comparative effectiveness of various protection systems of the pear from Psilla pyri L. in the Crimea // The First International Symposium on Botanical Gardens and Landscapes (December 2–4, 2019). BGL, 2019. P. 33

Khaustov A.A. Mites of the family Scutacaridae of Eastern Palaearctic. Київ: «Академперіодика» НААН України, 2008. 291 p.

Статья поступила в редакцию 25.10.2020 г.

Plugatar Yu.V., Balykina E.B. History and main directions of research on plant protection in the Nikitsky Botanical Gardens. Dedicated to the 100th anniversary of the founding of the Department of plant protection // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2020. № 4 (157). P. 7-17.

The article provides information on the history of the creation and development of the Department of plant protection in the Nikitsky Botanical Gardens and the results of modern theoretical and applied research on the protection of native and introduced plants for 2000-2020. The main concepts, directions and methods in the development of integrated plant protection systems for fruit and park plantations are considered. There are five stages in solving the main task of plant protection-the rational management of the phytosanitary state of agrobiocenoses: 1. use of agrotechnical methods of control, including mechanical destruction of phytophages; 2. chemical method of plant protection using polytoxic broad-spectrum pesticides; 3. integrated control in the form of the concept of a reduced treatment scheme, taking into account the economic thresholds of abundance and harmfulness and combining all existing methods of control; 4. managing the growth of populations of harmful organisms using biologically active substances of the information type according to integrated indicators; 5. development of a post-genomic approach to limiting the number of phytophages, based on the use of fragments of natural polymers of nucleic acids, development of contact DNA insecticides based on short antisense fragments of genes, as well as preparations based on double-stranded RNA fragments. Modern research has a high theoretical and applied significance for the development of integrated protection systems for fruit, ornamental, and forest crops in the Russian Federation and Crimea. It allows us to objectively assess the phytosanitary state of the garden and park agrobiocenosis, identify the dominant types of pathogens and pests, predict their development trends, and select environmentally safe, cost-effective methods for controlling their numbers.

Key words: *Department's foundation; concept; stages; methods of protection*