

УДК 634.11/12:632.7 (477.75)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭНТОМОАКАРОКОМПЛЕКСА ЯБЛОНЕВОГО САДА

Елена Борисовна Балыкина

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита
e_balykina@mail.ru

Обобщены теоретические основы формирования энтомоакарокомплекса в яблоневых садах. Формирование видового состава энтомоакарокомплекса обусловлено экологическими особенностями агроэкосистемы яблоневого сада и основными периодами онтогенеза яблони, происходит под влиянием погодно-климатических условий, технологии выращивания и системы защиты. Определен характер изменения этих факторов и их влияние на качественный и количественный состав энтомоакарофауны. Выделено пять этапов формирования энтомоакарокомплекса. Определены основные группы экологических ниш среды обитания насекомых и клещей.

Ключевые слова: *яблоневый сад; энтомоакарокомплекс; закономерности формирования.*

«Яблоко есть главный плод Крымских садов»
Х. Х. Стевен, 1838 год.

Введение

Яблоня (*Malus*) – древнейшее плодовое растение семейства розоцветных (Rosaceae) и старейшая плодовая культура, возделыванием которой человечество занимается свыше 5 тыс. лет. Благодаря высоким вкусовым и диетическим качествам плодов, она в настоящее время по данным ФАО, составляет основу плодоводства 86 стран. Площадь, занятая под яблоневыми садами в мире насчитывает около 5 млн. га, современный ассортимент сортов – свыше 20 тысяч.

Благоприятные климатические условия Крымского полуострова способствуют не только успешному возделыванию культуры, но и определяют постоянное развитие многих видов вредителей. Видовой и количественный состав членистоногих в садах не одинаков, не стабилен и зависит от возраста сада, технологии выращивания, породно-сортового состава и погодных условий вегетационного периода. Некоторые виды размножаются в массовом количестве периодически, другие же, такие как яблонная плодожорка, присутствуют и вредят в садах постоянно [6].

Фауна членистоногих постоянно изменяется как по видовому составу, так и по численности под влиянием химических обработок и погодных факторов. Все это диктует необходимость изучения яблоневого агроценоза как единой целостной экосистемы, выявления экологических закономерностей формирования энтомоакарокомплекса яблоневых садов и доминирующих видов вредителей.

Целью исследований было теоретическое обобщение и экспериментальное обоснование этапов и процессов формирования энтомоакарокомплекса яблоневых садов.

Объект и методы исследований

Объект исследований – этапы и процессы формирования энтомоакарокомплекса яблоневого сада, фенология и динамика численности доминирующих фитофагов, обоснование и усовершенствование системы защиты яблони от вредителей.

Предмет исследований – агроэкосистема яблоневого сада, видовое биоразнообразие энтомоокарифауны, технологии выращивания, инсектициды различных химических групп.

Методы исследований: теоретические обобщения этапов и процессов формирования энтомоокарокомплекса проводили путем эколого-популяционного анализа особенностей агроэкосистемы яблоневого сада с учетом роли экологических ниш, природно-климатических факторов, технологии возделывания и защиты плодового сада. Камеральная обработка включала формирование и анализ многолетней базы данных погодных условий и динамики численности доминирующих вредителей. Статистическую обработку данных осуществляли с помощью компьютерных программ MSExcel 2007 и «STATISTICA 6.0».

Результаты и обсуждение

Развитие любого организма невозможно без его взаимосвязи с окружающей средой. Живые организмы и их неживое (абиотическое) окружение неразделимо связаны между собой и находятся в постоянном взаимодействии. «Взаимоотношения живых организмов между собой и со средой обитания имеют характер системной связи, сложившейся в результате длительного эволюционного процесса» [1, с.5]. Любая биосистема, включающая совокупность совместно функционирующих организмов на конкретном участке и взаимодействующая с физической средой через поток энергии создает четко определенные «биотические структуры и круговорот веществ между живой и не живой частями, т.е. представляет собой экологическую систему, или экосистему» [9, с.24]. Экосистема является основной функциональной единицей экологии, т.к. в нее входят и организмы и неживая среда, взаимно влияющие на свойства друг друга и необходимые для поддержания жизни в той форме, которая существует в настоящий момент.

Все экосистемы термодинамически открыты: они получают и отдают энергию. Используя внешний поток энергии, экосистема при помощи биохимических процессов, создает более сильные связи внутри себя, чем с окружением. Биотический круговорот в экосистеме совершается в определенном и относительно постоянном режиме. Такая стабильность «сложилась эволюционно за счет высокого видового разнообразия организмов, каждому из которых присуща специфическая структура и взаимоотношения со средой» [10, с. 62]. Динамика численности популяций, населяющих экосистему, определяется соотношением рождаемости, смертности, иммиграции и эмиграции. Тем не менее, время от времени динамическое равновесие, присущее естественным экосистемам, в результате естественных флуктуаций условий среды, может нарушаться вспышками массового размножения отдельных видов в результате ослабления сдерживающих его факторов.

Любая экосистема состоит из двух частей: абиотической и биотической. Взаимосвязь этих элементов представляют в виде трофически-энергетической цепи, где первый уровень – продуценты (зеленые растения), второй – первичные консументы, т.е. растительноядные организмы (насекомые, животные и человек) и третий уровень – вторичные консументы, хищники и паразиты первичных консументов. Поток энергии в экосистеме в соответствии с законами термодинамики, переходя по уровням: продуцент – первичный консумент – вторичный консумент на каждый более высокий трофический уровень пирамиды теряется десятикратно (правило 10 %). Быстрое уменьшение потока энергии обуславливает соответственно и уменьшение биомассы, поступающей на следующий уровень, что ведет к уменьшению численности консументов второго и последующих уровней.

В естественных условиях экосистема формируется и проходит последовательные этапы смены одних фитоценозов другими «аналогично онтогенезу у организмов по мере достижения собственной зрелости» [5, с. 8]. Её развитие и процесс самоорганизации (сукцессии) начинается со стадии первичных поселенцев (малоустойчивые пионерные сообщества) и заканчивается стадией зрелости (климакса), которая может длиться неопределенно долго. В этой стадии продуктивность экосистемы равна нулю, т.к. вся произведенная биомасса полностью расходуется на дыхание, «чем и обеспечивается экологическое равновесие» системы [5, с. 8]. Стабильность природных экосистем определяется избытком функциональных компонентов и многократным дублированием отрицательной обратной связи. Таким образом, самоорганизация экосистем – пассивная организация под влиянием активного взаимодействия составляющих их организмов на фоне естественного отбора последних в процессе эндодинамических сукцессий [4].

«Уничтожая дикую растительность и выращивая только нужные ему растения, человек формирует искусственное сообщество – агроценоз, который, взаимодействуя с физической средой, образует экологическую единицу – агроэкосистему» [1, с. 7]. И здесь вступает в силу «диалектическое противоречие между стратегическими целями природы, стремящейся к увеличению валовой продукции, и человеком, стремящимся всемерно увеличить чистую продукцию, т.е. то, что остается за вычетом расходов на дыхание» [5, с. 9].

Агроэкосистемы (сельскохозяйственные экосистемы) отличаются от естественных или полустественных экосистем, функционирующих только на энергии солнечного света следующими особенностями: 1) поддерживаются в молодом высокопродуктивном состоянии за счет дополнительных энергозатрат (обработка почвы, удобрения, борьба с вредителями и т.д.); 2) растение как продуцент обеспечивает жизнедеятельность большого количества трофически связанных с ним видов; 3) в агроэкосистеме создаются определенные преимущества для жизнедеятельности фитофагов, т.к. они не тратят энергию на поиск кормовой базы и местообитания, а получают дополнительную вспомогательную энергию, контролируемую человеком; 4) видовое разнообразие населяющих организмов резко снижено под воздействием человека с целью максимизации выхода конечного продукта; 5) доминирующие виды подвергаются естественному, а не искусственному отбору [4].

Экологические особенности агроэкосистемы плодового сада. Современный промышленный плодовой сад представляет собой одновременно сложную природную биологическую систему с характерными особенностями функционирования и развития и искусственно созданную фитоассоциацию со свойственными только ей признаками. Стабильная среда обитания, способность растений к регенерации органов, наличие множества экологических ниш, в которых образуются долговременные биологические комплексы живых организмов и осуществляются процессы саморегуляции через потоки энергии, вещества и трофические связи приближает садовый агроценоз к природным экосистемам и обуславливает его высокий адаптивный потенциал [1, 15]. В тоже время это монокультурный, выровненный по возрасту и породно-сортовому составу агроценоз, направленный искусственным отбором на повышение продуктивности плодовых деревьев, представляющий тройственную систему: плодовые деревья – вредители – хищники и паразиты [1]. В такой фитоассоциации цепи питания имеют от 1–2-х до 5-ти звеньев [13, 14], обширный видовой состав членистоногих и «нет места естественному ходу сукцессионных процессов» [5, с.16]. Растения, в данном случае плодовые деревья, в сложившейся ситуации выполняют роль главного продуцента, определяющего все взаимосвязи в данной экосистеме.

Поглощая солнечную энергию, воду и неорганические питательные вещества они создают «плодовую продукцию» для потребления человеком и питания растительноядных животных. Хищники и паразиты – вторичные консументы, трофически связанные с фитофагами, составляют третий уровень цепи и «выполняют уникальную регуляторную и средообразующую роль в агроэкосистеме» [1, 15, с. 392]. Завершают круговорот вещества в агроэкосистеме почвенные микроорганизмы, перерабатывающие растительные остатки на неорганические соединения.

В условиях многолетних плодовых насаждений, как и в естественных ценозах, создается долговременное биологическое сообщество, которому свойственна саморегуляция, но при этом не обеспечивается достаточная экономическая эффективность, «такой сад не удовлетворяет требованиям в отношении количества и качества плодов» [1, с. 7]. У растений, входящих в состав агроэкосистемы плодового сада есть условия для роста и плодоношения, но нет возможности для развития как целостной системы. И если природная экосистема находится в состоянии подвижного равновесия и характеризуется способностью к саморегуляции населяющих ее видов, то «в сельскохозяйственном производстве невозможно обойтись без активного управления агроэкосистемой» [1, с. 7].

Управление агроценозом представляет собой сложный технологический процесс, направленный на повышение продуктивности насаждений с учетом влияния на вредные и полезные организмы и окружающую среду [15] и предполагает долговременное сдерживание численности фитофагов на хозяйственно неощутимом уровне. При этом необходим детальный анализ этапов и процессов формирования энтомоакарокомплекса, выявление доминирующих видов насекомых и клещей, уточнение особенностей их фенологии, динамики численности, а также влияния абиотических, биотических и антропогенных факторов на изменения видового и количественного состава.

Этапы и процессы формирования энтомоакарокомплекса в агросистеме яблоневого сада. Взаимосвязь растений с членистоногими существовала на протяжении всего эволюционного периода [19] независимо от их жизненной формы, происхождения, состояния и условий выращивания. Насекомые и клещи являются структурными элементами любого фитоценоза [3]. Генеративными органами и вегетативными частями плодовых деревьев питается более 400 видов насекомых и клещей. С учетом связанных с ними паразитов и хищников, обитателей травянистого и древесного яруса садозащитных полос, а также привлекаемого цветущими деревьями энтомоакарокомплекса биотическое сообщество экосистемы может достигать около тысячи видов [1].

Энтомоакарокомплекс членистоногих плодовых культур начал формироваться еще в «третичный период кайнозойской эры, когда плодовые деревья существовали в виде дикорастущих массивов» [2, с. 58] и с тех пор находится в состоянии стремления к устойчивому «динамичному равновесию», которого в искусственно созданных многолетних агроценозах «нет и быть не может» [5, с. 9]. В формировании фауны членистоногих большую роль сыграла древесная, кустарниковая и травянистая растительность первичных стадий. Многие виды, мигрировавшие с дикорастущей флоры на культурные плодовые деревья, в новых условиях приобрели ряд адаптивных особенностей, и со временем превратились в опасных вредителей сада.

Эволюция трофических связей шла в направлении специализации от полифагии к олигофагии и частично монофагии, этот процесс продолжается и в настоящее время. И если формирование качественного состава происходит в основном по каналам трофических связей, в количественном отношении структура биоценоза зависит от экологических факторов. В настоящее время во всех плодовых агроценозах происходят

как естественные эволюционные процессы изменения динамики видового и количественного состава насекомых и клещей, так и изменения, вызванные постоянно меняющейся технологией возделывания и защиты.

Таким образом, основная особенность формирования энтомокомплекса в агроэкосистеме яблоневого сада состоит в том, что естественные сукцессионные процессы динамики численности и формирования видового разнообразия искусственно регулируются человеком [1].

При изучении энтомокомплекса яблоневого агроценоза обращает на себя внимание тот факт, что распределение членистоногих в саду не хаотично. Жизненный цикл развития многих членистоногих тесно связан с плодовыми деревьями и подчинен общебиологическим закономерностям. Каждый вид в соответствии со своими физиологическими потребностями имеет определенное место обитания и питания, т.е. занимает определенную экологическую нишу. Эта экологическая закономерность имеет важное практическое значение, представляя теоретическую основу разработки и совершенствования экологически безопасных систем защиты плодового сада.

Как любая долгосрочная монокультурная экосистема, яблоневый сад в своем развитии проходит ряд обратимых и необратимых процессов, приводящих к качественным и количественным изменениям населяющих его видов. С возрастом наблюдается постоянное увеличение емкости экологических ниш, обеспечивающих жизнедеятельность все большего числа насекомых и клещей, формируются различные по плотности и компонентному составу комбинации фитофагов, связанных с основной культурой. Этот процесс начинается внесением с посадочным материалом и миграцией из прилегающих территорий и продолжается непрерывно на протяжении всего периода его возделывания под комплексным влиянием природных и антропогенных факторов.

Цикл развития древесных плодовых культур можно разделить на девять возрастных периодов, пять из которых приходится на время интенсивного роста и плодоношения, четыре – на затухание плодоношения, усыхание и отмирание дерева [17]. В условиях производства насаждения эксплуатируются в течение первых пяти периодов, затем теряют свою хозяйственную ценность и обычно выкорчевываются.

Первый (I) возрастной период развития яблони – *период роста*. Эта стадия онтогенеза длится от прорастания почки привоя до начала плодоношения и охватывает период от 1-го до 3-х лет. В это время растение формируется, наблюдается интенсивный рост осевых корней и побегов, утолщение штамбиков. Количество видов вредителей ограничено, т.к. ствол тонкий, длина окружности до 5 см, на дереве насчитывается 2–3 побега, количество листьев колеблется от 25 до 35 шт./дерево. Естественно, нет экологических ниш для питания группы плодopовреждающих видов. Видовой состав фитофагов на этом этапе формируется в основном под влиянием модифицирующих факторов, прежде всего, погодно-климатических, которые в отдельные периоды могут вызвать значительные колебания численности. Биотические факторы на этом этапе существенной роли не играют, т.к. плотность популяций вредителей не высока. Видовой состав в насаждениях до 3-х лет представлен в основном широкоспециализированными поли- и олигофагами, доля которых достигает 15 % от общего количества выявленных особей.

Во вновь посаженных массивах первичные виды насекомых и клещей появляются в результате занесения с саженцами из питомника (калифорнийская щитовка, некоторые виды тлей, яйца тетраниховых клещей) и путем активной и пассивной миграции из внешних резерваций. Встречаются «случайные виды», попавшие из прилегающих ценозов, или оставшиеся от культуры предшественника. Так в садах, посаженных на месте выращивания зерновых культур, в течение первых двух-трех лет встречаются хлебные жуки и жужелицы, а в заложенных на месте

овощных полей – совки, крестоцветные блошки и др. не специфичные для плодовых культур фитофаги. Вначале появляются сосущие и листогрызущие виды полифаги, за ними следуют узкоспециализированные фитофаги, а также хищники и паразиты. Доминантными являются виды не требовательные к наличию излишней листовой массы и затенению. Преобладают сосущие виды – тли и клещи, численность которых не отличается стабильностью. Вслед за фитофагами появляются энтомоакарифаги, количество которых в молодых садах не значительно. Увеличивающееся в связи с онтогенезом плодового дерева число экологических ниш обеспечивает жизнедеятельность все большего числа видов. В итоге на этой стадии плодового дерева сад заселяют 25% от общего числа выявленных видов.

Второй (II) период онтогенеза яблони – период роста и начала плодоношения – характеризуется интенсивностью нарастания вегетативной массы. В возрасте с 4-х и до 7-ми лет у деревьев усиливается ветвление, за счет чего идет быстрое нарастание листового аппарата. В этот период формируется крона, складывается система обработки почвы (вспашка междурядий или естественное задернение) и система полива (по бороздам или капельное орошение). Все это способствует появлению новых экологических ниш с наиболее оптимальными микроклиматическими условиями (температура, влажность, затенение), благоприятными для жизнедеятельности насекомых и клещей. Новые экониши заселяются фитофагами, с увеличением плотности популяций фитофагов, появляются энтомоакарифаги. Видовой состав формируется под воздействием как модифицирующих, так и регулирующих факторов. При вступлении деревьев в пору плодоношения сад заселяется плодopовреждающими видами. На этом этапе сад заселяют 47 % от общего количества выявленных видов насекомых и клещей.

Третий (III) – период устойчивого плодоношения и роста - охватывает развитие яблони от времени наступления регулярных урожаев до наивысшего плодоношения, обусловленного особенностями сорта и технологии выращивания. Характеризуется данный этап увеличением обрастающих (плодовых) ветвей, а вместе с ними и увеличением урожая. Продолжительность данного этапа 5–7 лет. За этот период завершается формирование видового состава энтомоакарифауны садового агроценоза и к 14-летнему возрасту биоразнообразие достигает пика (78% от общего количества выявленных видов). К этому моменту сады имеют практически полностью сформированную крону. В число доминирующих, наряду с листopовреждающими видами, (в основном тли и клещи) входят и плодopовреждающие: яблонная плодopожка (*Laspeyresia pomonella* L.), калифорнийская щитовка (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.), в отдельные годы казарка (*Rhynchites baccus* L.). Следует отметить и тот факт, что у садов суперинтенсивного типа в этом возрасте заканчивается срок эксплуатации.

Четвертый (IV) – период плодоношения – наблюдается в садах объемного типа с более длительным эксплуатационным периодом (15–25 лет). В этот период рост дерева затухает. До 95% прироста переключается на плодopобразование, отчего деревья перегружаются стареющей плодовой древесиной, что стимулирует успешное размножение короедов и других видов, повреждающих древесину.

Этот период максимального плодоношения создает исключительно благоприятные условия для яблонной плодopожки и других плодopовреждающих видов. Количество и емкость экологических ниш достигает максимума, т.к. в возрасте 25–30 лет в объемных садах наблюдается четкая дифференциация кроны (формирование закончено), увеличивается доля скелетных веток и побегов II–III порядков, соответственно увеличивается облиственность (от 800 до 1000 листьев на дерево) и урожайность, что способствует появлению и накоплению

узкоспециализированных, хотя и относительно менее вредоносных видов, таких как яблонный цветоед, яблонная листовая галлица и яблонный семяед (около 7% от общего количества выявленных видов). В этот период в садах продолжают доминировать плодopовреждающие виды.

Таблица 1

Численность доминирующих фитофагов и их вредоносность в яблоневых садах различного возраста (ГП «Садовод», г. Севастополь, Крым, 2002–2008 гг.)

Вид (единица учета)	интенсивные сады в возрасте, лет			объемные сады в возрасте, лет	
	0-3	3-6	7-14	15-25	26-35
Яблонная подожорка (экз./ловушку за сезон)	0	74±12,6	124±16,5	328±19,4	418±31,2
Повреждено плодов, %	0	0,3±0,01	1,3±0,3	1,9±0,5	2,3±0,9
Серый почковый долгоносик (особей/ дерево за сезон)	3,0±0,3	12,0±2,7	18,0±5,6	25,0±6,2	29,0±6,0
Повреждено листьев, %	0,01	0,3-0,5	1,0-1,5	9,5-10,5	10,5-11,5
Тля зеленая яблонная (колоний/дерево/учет)	0,3±0,04	9,0±0,5	14,7 ±0,5	27,5 ±5,5	79,0 ±0,1
Клещ боярышниковый (особей/лист/учет)	0,07±0,1	2,0 ±1,2	7,0 ±1,0	19,5 ±1,5	22,1±1,2
Клещ туркестанский (особей/лист/учет)	0,02±0,03	2,9 ±0,9	10,8 ±1,6	37,1 ±0,7	27,5 ±3,9

Пятый (V) – плодоношение и усыхание. Сад вступает в период гомеостаза. Интенсивность накопления фитофагов здесь замедляется. По нашим данным, в садах в возрасте с 26-ти до 35-ти лет появилось всего три ранее не встречавшихся вида (8% от общего количества выявленных фитофагов). На динамику популяций фитофагов влияют как абиотические – погодные условия, так и биотические факторы, т.к. с увеличением численности фитофагов возрастает численность хищников (жуков-коровок, златоглазок, хищных клещей), которые при отсутствии интенсивной инсектицидной нагрузки могут сдерживать численность отдельных сосущих видов – тлей и клещей.

Итоговая бонитическая оценка фитосанитарного состояния яблоневых насаждений в течение пяти возрастных периодов выявляет закономерное увеличение видового разнообразия насекомых и клещей и четко прослеживаемое доминирование отдельных видов.

В целом, тренд формирования индекса биоразнообразия, характеризующего тенденцию накопления насекомых и клещей в яблоневом саду, представляет собой полином, где наибольшее количество видов членистоногих приходится на 14–18 лет. Нами рассчитано уравнение полиномиальной регрессии, математически описывающее эту закономерность с вероятностью 78%:

$$Y = -2E-07x^6 + 4E-05x^5 - 0,0018x^4 + 0,0372x^3 - 0,3486x^2 + 1,9852x + 0,8311$$

$$R^2 = 0,7851, \text{ где:}$$

R – коэффициент детерминации, показывающий степень соответствия рассчитанной кривой экспериментальным данным,

x – коэффициент видового разнообразия,

y – все значения, которые X принимает на рассчитанной кривой,

E – степенное значение коэффициента видового разнообразия.

Таким образом, видовой состав и структура комплекса фитофагов в яблоневых садах в значительной степени обусловлены возрастными особенностями агроэкосистемы плодового сада, количеством и разнообразием экологических ниш, что позволяет существовать в нем множеству различных видов и формировать относительно устойчивое экологическое сообщество.

Возрастные изменения многолетних агроценозов играют существенную роль в формировании видового и количественного состава, способствуя накоплению вредных и связанных с ними полезных членистоногих. С возрастом сада и формированием новых экологических ниш увеличивается видовое разнообразие и все более четко прослеживается доминирование отдельных видов.

Местообитания (экологические ниши) яблоневого сада и их роль в формировании видового разнообразия членистоногих. В широком понимании экологическая ниша – это совокупность всех факторов среды, в пределах которых может существовать вид, а также место и роль вида в общем круговороте веществ и превращениях энергии в природе [15]. Согласно концепция многомерной экологической ниши, выделяют фундаментальную экологическую нишу, которую вид мог бы занять в наиболее благоприятных условиях и при отсутствии конкуренции и практически реализованную нишу, которую вид имеет в конкретных условиях. В реальных условиях, вследствие конкурентных взаимоотношений с популяциями других видов, каждая популяция занимает реализованную нишу. В комплексе условий среды, определяющих размещение большинства членистоногих по тем или иным экологическим нишам, наибольшее значение чаще всего имеет характер питания и местообитание. Группы видов, занимающие сходные экологические ниши и претендующие на одни и те же ресурсы – пищу и пространство, можно рассматривать как коадаптивные комплексы [16, 18]. Поскольку связи с различными факторами среды у разных фаз развития одного и того же вида могут быть разнохарактерными, они занимают в таких случаях и различные экологические ниши.

Комбинация биотических и абиотических факторов создает неограниченный набор экологических ниш. Видовое разнообразие энтомоакарокомплекса в агроценозах зависит от структуры насаждений: чем сложнее структура, тем больше он имеет экологических ниш и тем большее количество видов может существовать в нем.

В настоящей работе яблоневый сад мы рассматриваем как комплекс экологических ниш, представляющих собой многомерное пространство (гиперобъем), в пределах которого условия среды позволяют сосуществовать обитающим в нем видам неопределенно долго [9, с. 121].

Учитывая многообразие частей и органов плодовых деревьев, почву, на которой они произрастают, и сопредельные территории нами выделены четыре основные группы экологических ниш и коадаптивные комплексы вредителей (табл. 2). Первая группа экологических ниш объединяет вегетативные части плодовых деревьев, вторая – генеративные органы, третья включает почву и растительный покров, четвертая – прилегающие территории. Учитывая тот факт, что отдельные части и органы деревьев представляют собой кормовую базу, а во многих случаях и место обитания определенных видов членистоногих дополнительно выделены подгруппы экологических ниш плодовых деревьев, почвенного покрова и прилегающих территорий. Учтены также коадаптивные связи энтомоакарокомплекса с экологическими нишами (питание, обитание, зимовка), обеспечивающие существование различных видов в агроценозе плодового сада.

Первая группа экологических ниш – вегетативные части деревьев, условно разделена на три подгруппы: первая включает стволы деревьев; вторая – скелетные ветви и побеги; третья – ростовые почки, листья. По нашим данным 80%

членистоногих, выявленных в яблоневом саду в процессе жизнедеятельности, так, или иначе, связаны с экологическими нишами вегетативных частей деревьев яблони.

Таблица 2

Основные группы экологических ниш и комплексы фитофагов яблоневом саду (АР Крым, центральный равнинно-степной район, 2000–2012 гг.)

Экологические ниши		Коадаптивные комплексы членистоногих
группа	подгруппа	
I. Вегетативные части деревьев	Штамб, скелетные ветви, побеги	Coccidae – червецы Aegeridae – стеклянницы Diaspididae – щитовки
	Ростовые почки	Curculionidae – долгоносики, Attelabidae – трубокверты, Aphidinea – тли
	Листья	Tortricidae – листовертки – филлофаги. Geometridae – пяденицы, Noctuidae – совки, Lithocolletidae – моли-пестрянки Psyllinea – псиллиды Aphidinea – тли Acari – клещи
II. Генеративные части деревьев	Плодовые почки Соцветия	Curculionidae – долгоносики, Tortricidae – листовертки, Aphidinea – тли Scarabidae – пластинчатоусые
	Завязь, плод	Tenthredinidae – настоящие пилильщики Tortricidae – листовертки карпофаги
III. Почвенный покров	Почва, задернение, опавшие листья, сорная растительность	Curculionidae – долгоносики Tortricidae – листовертки Acariformes – клещи
IV. Прилегающие территории	Садозащитные полосы, частные сады	Энтомокомплекс вредителей

Первая подгруппа – стволы деревьев (кора и подкоровый слой) – основное место зимней диапаузы тлей, клещей, щитовок, некоторых видов листоверток, а древесина служит кормовой базой и местом обитания для яблонной стеклянницы (*Synanthedon myraeformis* Vkh.), древесницы въедливой (*Zeuzera pyrina* L.) и древоточца пахучего (*Cossus cossus* L.).

Возможность заселения членистоногими этой ниши зависит от её ёмкости, определяемой длиной окружности ствола. Этот показатель в значительной степени определяется технологией выращивания сада.

У деревьев в насаждениях «суперинтенсивного» типа не высокий штамб – от 60–80 до 90–100 см (Джонаголд и его клоны, Ренет Симиренко) диаметром 7–8 см, кора гладкая без щелей и растрескиваний, т.е. практически отсутствуют экониши служащие местом зимней диапаузы тлей, клещей, яблонной плодоярки и др. видов. При этом достаточно 1 гусеницы древесницы въедливой, чтобы вызвать полную гибель растения. У сильнорослых деревьев объемный ствол диаметром 36–42 см, с множеством расщелин, где перезимовывают вышеперечисленные виды тлей, клещей, листоверток, некоторых видов минирующих молей. .

Вторая подгруппа – скелетные ветви, побеги, ростовые почки – обеспечивает питание, местообитание и зимовку на различных стадиях щитовок, клещей, листоверток, тлей. Емкость этой экологической ниши зависит, прежде всего, от способа обрезки с целью формирования кроны. При формировке кроны по типу «стройное веретено» практически нет побегов I и II порядка, т.к. в нижнем ярусе остается только 3–5 ветвей длиной 70–100 см, выполняющих роль скелетных ветвей, и живущих столько лет, сколько само дерево.

Размещенные над ними временные ветви 3–4-летнего возраста срезаются с оставлением пенька для получения молодой плодоносящей древесины после сбора 2–3-х урожаев, т.е. нет экологической ниши для жизнедеятельности листоповреждающих видов. При формировке кроны по типу «суперверетено» постоянных ветвей нет даже в нижней части кроны, все они равноценны и после 2–3-х циклов обрезки они утрачивают свое лидерство. В отличие от «стройного веретена» все ветви такого типа кроны подвергаются периодической омолаживающей обрезке с оставлением пенька.

В целом, при осуществлении данного агроприема удаляются ветви и побеги (при слабой обрезке удаляется 5–10% вегетативных побегов, при средней 10–20%, при сильной от 25 до 40%, при очень сильной вследствие повреждения морозами остаются только побеги I порядка). Это сокращает кормовую базу для сосущих видов, почковых и листогрызущих вредителей. При этом увеличивается конкуренция за кормовую базу.

Одновременно с удалением побегов снижается и количество листового аппарата, составляющего *третью подгруппу экологических ниш вегетативных органов*. Для видов, обитающих в кроне дерева, характерно пространственно-временное распределение. Согласно исследований А. К. Рафальского [11, 12], крупные виды, такие как боярышница (*Aporia crataegi* L.), златогузка (*Euproctis chrysorrhoea* L.), кольчатый шелкопряд (*Malocosoma neustria* L.), в массе встречавшиеся в яблоневых садах Крыма в 70–80-е годы прошлого столетия, обитают преимущественно на периферии кроны, а мелкие, такие как минирующие моли – внутри дерева, т.к. в кроне температура и влажность подвержены меньшим колебаниям (микроклимат постоянный). Объясняется это известной экологической закономерностью – чем выше масса тела животного, тем в меньшей степени оно зависит от абиотических факторов.

Листья нижнего яруса заселяются преимущественно видами, обитающими на растительности приствольных кругов. Это туркестанский (*Tetranychus turkestanii* Ug.et Nik.) и боярышниковый (*Amphitetanychus viennensis* Zacher.) клещи, грушевый клоп (*Stephanitis pyri* F.) и другие виды, зимующие в поверхностном слое почвы, под опавшими листьями и под корой. Листья среднего яруса отличаются яркозеленой широкой толстой листовой пластинкой, что благоприятствует питанию внутри гусениц листоминирующих молей, а на поверхности различных видов тлей и листоверток. Верхушечные листья имеют более светлую окраску. По мере отрастания на них мигрируют тли, пяденицы, листоеды. Емкость этой ниши определяется количеством листьев и также напрямую зависит от способа формирования кроны и количества побегов на дереве. По нашим данным, в объемных сильнорослых садах при формировке кроны по куполообразному и округлому (шарообразному) типу на дереве присутствует в среднем от 900 до 1200 листьев, в слаборослых садах с формировкой кроны по типу «свободнорастущее веретено» – 350–400 листьев, с формировкой кроны по типу «суперверетено» – 250–300 листьев. Таким образом, учитывая облиственность, емкость экологических ниш сильнорослых садов с формировкой кроны по куполообразному и шаровидному типу в 3–4 раза выше, чем в садах с узкопирамидальной формировкой кроны. В таких садах численность листоповреждающих вредителей в несколько раз выше, чем в слаборослых (табл. 3).

Следует отметить, что крона дерева – основное место обитания чешукрылых фитофагов, которые по количеству выявленных нами видов составляют половину энтомокомплекса яблоневого сада (54,1%). Первыми в кроне деревьев появляются гусеницы листоверток, зимующие на побегах – пугливая (*Ancylis achatana* Den. et Schiff), почковая (*Spilonota ocellana* F.), всеядная (*Archips podana* Scop.).

Таблица 3

Численность листоповреждающих вредителей в садах 12–15-ти летнего возраста в зависимости от типа кроны (ГП «Садовод», г. Севастополь, АРК, 2002–2008 гг.)

Вредитель, единица учета	Тип сада, форма кроны			
	сильнорослый, крона		слаборослый, крона	
	плоскоокруглая	куполовидная	широкопирамидальная	узкопирамидальная
Зеленая яблонная тля, кол. /дер.	88,5±4,5	83,5±1,9	60±2,5	17,5±0,9
Серый почковый долгоносик, особей/дер.	20,0±1,5	21,5±1,7	12±2,0	4,5±0,5
Нижнесторонняя минирующая моль, мин/лист	≤ 3,0	2,5±0,7	0,8±0,05	0,3±0,01
Боярышниковая кружковая моль, мин/лист.	2,5±0,5	2,5±0,3	0,7±0,2	0
Боярышниковый клещ, особей/лист	17,4±1,0	13,3±0,5	6,7±0,9	3,3±0,1

В 70–80-х годах прошлого столетия в этот же срок можно было выявить только что отродившихся гусениц зимней пяденицы (*Operopthera brumata* L.). Затем начинается выход из диапаузы видов, зимовавших под отслаивающейся корой штамбов или скелетных ветвей. Это сетчатая (*Acleris rhombana* Den. et Schiff), ивовая кривоусая (*Pandemis heparana* Den. et Schiff) и другие листовертки. В фенофазу «розовый бутон» появляются гусеницы боярышниковой листовертки (*Archips crataegana* Нб.), листовертки-толстушки пестрозолотистой (*Archips xylosteana* L.), начинается лет восточной плодоярки (*Grapholitha molesta* Busck.).

В конце цветения яблони на листьях появляются мины боярышниковой кружковой (*Cemiosstoma scitella* L.), нижнесторонней (*Lithocolletis pyrifoliella* Grsm.) и верхнесторонней плодовой (*Lithocolletis corilifoliella* Grsm.) минирующих молей и начинается лет яблонной плодоярки (*Laspeyresia pomonella* L.).

В летний период большая часть популяции восточной плодоярки мигрирует в насаждения косточковых плодовых культур, где начинается созревание плодов. У яблонной плодоярки и некоторых видов листоверток филофагов с момента отрождения гусениц происходит смена экониш, т.к. местом их питания служат генеративные органы растения – завязь и плод.

Вторая группа экониш объединяет различные части генеративных органов растения (плодовые почки, соцветия, завязь, плоды), обеспечивающие питанием около 20% фитофагов. Жизнедеятельность видов, заселяющих эконишу генеративных органов, четко разделена во времени, что практически исключает межвидовую конкуренцию за кормовую базу. Несовпадение или смещение сроков развития в большей мере присуще экологически близким видам. Осуществляется оно, по мнению А. К. Рафальского [11,12], двумя путями: различной скоростью развития и смещением

сроков развития. По нашим наблюдениям в яблоневых садах у видов, заселяющих первую экологическую нишу, преобладает преимущественно второй вариант.

Первым в начале обособления бутонов начинается вылет яблонного плодового пилильщика (*Hoplocampa testudinea* Klug.), самки которого откладывают яйца в чашелистики и цветоложе бутонов и только что распустившихся цветков и в дальнейшем питаются завязью (табл. 4).

Таблица 4

**Фенокалендарь заселения фитофагами генеративных органов
(Бахчисарайский район, АРК, 2007–2011 гг., среднее)**

Календарный срок	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Фенофаза яблони	обособление бутонов			розовый бутон			цветение			образование и опадение завязи			рост и созревание плодов		
Вредитель															
Яблонный плодовой пилильщик															
Оленка мохнатая															
Казарка															
Листовертки (моновольтинные виды)															
Листовертки (бивольтинные виды)															
Щитовка калифорнийская															
Плодожорка яблонная															
Плодожорка восточная															

В период полного цветения появляются жуки оленки мохнатой (*Tropinota hirta* Poda) и объедают лепестки, пестики, тычинки и чашелистики. Период их питания продолжается около месяца, и после отцветания яблони жуки переселяются на цветущую растительность в поля. В фенофазу развития яблони «образование черешковой ямки» в сады из прилегающих насаждений (в основном из посадок косточковых культур и защитных лесополос) мигрируют и приступают к питанию мякотью казарка (*Rynchitis baccus* L.) и краснокрылый боярышниковый трубковерт (*Coenorrhinus aequatus* L.).

Они заканчивают свою жизнедеятельность к началу фенофазы «рост плодов». К этому моменту, на завязь «допытываться» перед окукливанием переходят гусеницы моновольтинных видов листоверток, зимовавших в стадии яйца и питавшихся до этого на листьях – розанная (*Archips rosana* L.), плоская сетчатая (*Acleris rhombana* Den. et Schiff), толстуха пестрозолотистая (*Archips xylosteana* L.) – всего около 5 видов. Эти виды заканчивают питание в период «опадения физиологической падалицы» и в летний период не вредят, т.к. вылетающие бабочки откладывают яйца, остающиеся зимовать.

По мере роста и созревания плодов данную эконишу заселяют фитофаги, трофически связанные с кожицей, мякотью, семенной камерой и семенами.

Поверхностной тканью плодов и в верхнем слое мякоти питаются гусеницы второго поколения бивольтинных листоверток-филлофагов, зимующих в стадии гусеницы II и III возраста – ивовая кривоусая (*Pandemis heparana* Den. et Schiff.), кривоусая смородинная (*Pandemis ceresana* Hb.), разноцветная плодовая (*Acleris variegana* Den. et Schiff.) и т.д. (всего 6–7 видов). К коже, в основном в воронке у плодоножки и в причашечном углублении прикрепляются личинки калифорнийской (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.) и других видов щитовок. Внутреннюю часть плода (мякоть и семена) заселяют только 3 вида – гусеницы плодохорок: яблонной (*Laspeyresia pomonella* L.) и восточной (*Grapholitha molesta* Busck.) и большой яблонный семяед (*Torymus druparum* Schr.). Следует отметить, что яблонная плодохорка является основным эколого-экономическим видом, повреждающим плоды вплоть до уборки урожая. Восточная плодохорка заселяет эту эконишу в конце августа, мигрируя из прилегающих насаждений после съема плодов косточковых культур.

Емкость данной экониши определяется количеством и качеством плодов. Обычно пищевого ресурса достаточно и в одном плоде развивается одна гусеница яблонной плодохорки. В годы с низкой урожайностью наблюдается внутривидовая и межвидовая конкуренция за кормовую базу. За 20 лет исследований авторов в яблоневых насаждениях Крыма конкуренция за корм наблюдалась лишь в единичных случаях у яблонной плодохорки в годы с низкой урожайностью (1991–1992 гг. Симферопольский район, совхоз-завод «Янтарный» и 2004 г., г. Севастополь, ГП «Садовод»), когда в одном плоде находили до 8-ми внедрений и 5–6 гусениц вредителя. После завершения питания происходит смена экологической ниши, гусеницы покидают плоды и перемещаются часть в трещины коры штамбов и скелетных ветвей, часть в поверхностный слой почвы приствольных кругов деревьев.

Третья группа экологических ниш включает в себя почву приствольных кругов и травянистую растительность естественного задернения междурядий. Поверхностный слой почвы – это место зимней диапаузы серого почкового долгоносика (*Sciaphobus squalidus* Gyll.), букарки (*Coenorrhinus pauxillus* Germ.) и некоторых других видов фитофагов. В поверхностном слое почвы на глубине 5–10 см зимуют гусеницы яблонной и восточной плодохорок, рябиновой моли (*Argyresthia conjugella* Z.). Имаго казарки (*Rhynchites bacchus* L.) зимуют на поверхности почвы под растительными остатками. Среди опавшей листвы в коконах диапаузируют куколки боярышниковой кружковкой (*Cemiosoma scitella* L.), яблонной нижнесторонней (*Lithocolletis pyrifoliella* Grsm.) и других минирующих молей. Культивация с заделкой в почву опавшей листвы и растительных остатков разрушает эту экологическую нишу и способствует снижению численности указанных видов в последующие годы.

Местами резервации некоторых фитофагов служат прикорневая поросль (грушевый клоп – *Stephanitis pyri* F.), сорная растительность и вовремя не скошенный травостой естественного задернения. Так, по нашим наблюдениям на сорной растительности проходит постдиапаузное развитие некоторых видов тетраниховых клещей, в частности туркестанского, которые затем мигрируют на листья нижнего яруса и вверх по кроне. При этом максимальная плотность популяции клеща наблюдается в нижнем ярусе на уровне от 0,5 до 1,0 м от основания штамба (табл. 5).

Таблица 5

Динамика миграции *Tetranychus turkestanii* Ug et Nik. с сорной растительности в крону дерева в зависимости от ГТК (СЗАО «Крым-Аромат», г. Бахчисарай, АРК)

Год	Месяц	ГТК	Плотность на сорной растительности (экз./10 см /пог.)	Подвижные стадии, особей/лист на высоте кроны, м			
				0,5	1,0	1,5	2,0
2008	июль	0,5	16,5	8,3	6,6	5,1	0,4
	август	0,1	12,8	17,4	7,6	6,0	0,8
	сентябрь	1,3	0,8	12,4	6,5	4,5	0,7
	среднее	0,6	10,0	12,7	6,9	5,2	0,6
2009	июль	0,7	23,1	10,9	4,3	4,0	0,9
	август	0,4	18,6	15,4	8,6	6,4	1,9
	сентябрь	0,2	1,8	12,2	10,5	4,7	2,0
	среднее	0,4	14,5	12,8	7,8	5,0	1,6
2010	июль	0,5	17,1	4,9	3,3	3,0	1,5
	август	0,2	16,6	8,8	7,7	2,5	1,4
	сентябрь	0,4	1,0	2,3	2,0	1,7	0,5
	среднее	0,4	11,6	5,3	4,2	2,4	1,1
2011	июль	0,3	12,6	2,6	1,0	0,3	0
	август	0,1	9,7	6,4	5,1	3,0	0,5
	сентябрь	0,7	2,1	9,7	6,3	4,2	0,9
	среднее	0,4	8,1	5,2	4,2	1,4	0,5

На основании критерия Стьюдента $P < 0,05$. Данные достоверны

В этом же пространстве обитает и боярышниковый клещ, самки которого, перезимовав под корой и под растительными остатками, также заселяют листья этого уровня. Появление в июле туркестанского клеща способствует межвидовой конкуренции за кормовую базу, чем и объясняется постепенное снижение численности боярышничьего клеща в яблоневых садах.

Миграции – одно из важнейших условий возникновения очагов локальной плотности ряда видов. В течение вегетационного периода наблюдается интенсивный обмен фауны между садовыми агроценозами, садозащитными полосами и естественными станциями обитания преимущественно у представителей отрядов чешуекрылых и жесткокрылых. Виды не исчезают, а плавно «переходят» из одних стаций и ценозов в другие [7, 8].

Существенную роль в этом процессе играет *четвертая группа экологических ниш* – расположенные поблизости от промышленных насаждений частные, а также заброшенные (чаирные) сады, садозащитные полосы. Они являются местами резерваций как вредных, так и полезных членистоногих, т.к. там не всегда своевременно проводятся защитные мероприятия. Оттуда идет миграция таких видов как оленка мохнатая, казарка, грушевый клоп, некоторые виды листоверток.

По нашим наблюдениям в яблоневом саду, расположенном в непосредственной близости от садозащитной полосы (15–20 м), с преобладанием дикого миндаля, дикой вишни, боярышника и терна в течение последних четырех лет поврежденность плодов оленкой мохнатой и казаркой на фоне идентичных защитных мероприятий уменьшалась прямопропорционально расстоянию от садозащитной полосы вглубь сада.

Так, на расстоянии 50 м от садозащитной полосы казаркой повреждено 12–14 % плодов, а на расстоянии 250 м – не более 4%. Такая же закономерность наблюдается и в

отношении оленки мохнатой: на расстоянии 50 м. повреждено до 10% завязи, а на расстоянии 250 м – в пределах 1%.

На основании вышеизложенного нами установлено, что формирование видовой разнообразия членистоногих в яблоневого сада обусловлено, прежде всего, самим растением яблони (консументом), представляющим систему 2-х групп экологических ниш, обеспечивающих жизнедеятельность вредных видов.

С увеличением плотности популяций фитофагов, появляются трофически связанные с ними энтомоакарифаги. В течение вегетационного периода наблюдается интенсивный обмен фауны между садовыми агроценозами и прилегающими территориями, что может вызывать возникновение очагов локальной плотности популяций ряда видов. Почва приствольных кругов и травянистая растительность естественного задернения междурядий служат местами резервации и зимней диапаузы некоторых фито- и энтомоакарифагов.

Таким образом, формирование энтомоакаротомплекса яблоневого сада – непрерывный динамичный процесс заселения и смены экологических ниш насекомыми и клещами, что обеспечивает им максимально благоприятный режим питания, размножения и выживания.

Смена мест обитания на различных стадиях развития доминирующих фитофагов яблоневого сада, как фактор обеспечения их выживаемости. Основная жизненная задача любого биологического вида – выживание максимального количества особей с последующим воспроизводством потомства к началу очередной генерации. Поскольку связи с различными факторами среды у разных фаз развития одного и того же вида могут быть разнохарактерными, в таких случаях они занимают и различные экологические ниши.

Анализ жизненных стратегий и основных экологических ниш доминирующих фитофагов яблони позволил установить, что жизнедеятельность наиболее массово встречающихся и вредоносных видов в яблоневом саду четко разделена во времени и пространстве. Этот факт практически полностью исключает межвидовую конкуренцию за кормовую базу, обеспечивает им возможность полного заполнения экологических ниш и, как следствие, доминирующий статус.

Яблонная плодоярка – наиболее экономически значимый вредитель яблони в Крыму, который в отдельные годы на участках без защитных мероприятий приводит к потере свыше 80% урожая и на протяжении сорока лет входит в пятерку доминирующих вредителей яблони.

В связи с тем, что каждая фаза онтогенеза яблонной плодоярки имеет определенные экологические потребности, для данного вида в процессе жизнедеятельности характерна смена экологических ниш. Вредитель последовательно заселяет все экологические ниши. Имаго обеспечивают выживаемость и размножение вида, обитают преимущественно в кроне дерева (I-я группа экониш), иногда мигрируя в прилегающие территории (IV-я группа экониш). Также отмечена и иммиграция особей на половой феромон из частных садов. Вылет имаго перезимовавшего поколения в 2005-2012 гг. начинался уже в III-ей декаде апреля, а двух летних продолжался до середины октября. Для сезонной динамики лета характерны периоды массового лета в каждом поколении.

Кладка яиц самками осуществляется с первой декады мая по вторую декаду октября. Самка откладывает яйца в первом поколении преимущественно на листья, во втором и третьем как на листья, так и на плоды (I-я и II-я группы экониш). Появление гусениц, дающих начало II-му поколению, наблюдается уже в конце июня, а гусениц, обуславливающих вылет III-его – в конце июля.

Отрождение и питание гусениц происходит со второй декады мая и продолжается до третьей декады октября. Гусеницы уходят на окукливание с середины мая до конца октября. Основная функция стадии гусеницы – питание. Отродившаяся особь после непродолжительного перемещения – от нескольких минут до полутора часов – внедряется в плод, и основная ее жизнедеятельность протекает внутри плода (II-я группа экониш). Нами определены предпочитаемые места внедрения в плод: под прикрытием листочка (от 3 до 5% внедрений), через чашечку или черешковую ямку (35–40%), между двумя плотно прилегающими друг к другу плодами (45–50%).

По окончании питания гусеницы уходят на окукливание в объемных садах либо на штамбах или скелетных ветвях под расщелинами коры (II-я группа экологических ниш), либо в поверхностном слое почвы и под растительными остатками (III-я группа экониш). В молодых садах с гладкими стволами – преимущественно в поверхностном слое почвы на глубине от 5 до 12 см (III-я группа экониш). Часть гусениц I-го и II-го поколений (3–5%) диапаузирует до весны следующего года, тогда в III-ем поколении таких особей до 95%.

Наиболее уязвимая стадия – гусеница до внедрения в плод, что наблюдается в течение всего нескольких часов. Учитывая тот факт, что яйцекладка, и как следствие, отрождение гусениц продолжаются непрерывно на протяжении пяти месяцев с мая по октябрь, определить точный срок отрождения для применения фосфорорганических препаратов, губительно действующих только на отродившихся гусениц, не представляется возможным. Поэтому в течение вегетационного периода необходимо чередование гормональных препаратов с использованием инсектицидов ови-ларвицидного продолжительного действия (Кораген 20, КС, Люфокс 105 ЕС, к.э.).

Анализируя процесс жизнедеятельности вредителя можно сказать, что высокая жизнеспособность вида обусловлена адаптацией к смене экологических ниш на различных стадиях развития. Выживаемость обеспечивается на всех стадиях онтогенеза.

Калифорнийская щитовка заселяет I-ю и II-ю группы экологических ниш. Также наблюдается миграция самцов в близлежащие посадки и иммиграция из заброшенных насаждений (IV группа экониш).

Выживаемость обеспечивается на всех стадиях развития. Наиболее уязвимая стадия – личинки в период отрождения и активного перемещения по поверхности растения, что наблюдается календарно в конце мая – начале июня (максимальная численность в I декаде июня), конце июля – начале августа (максимальная численность в I декаде августа) и в начале сентября. Эти сроки могут служить сигналом для применения фосфорорганических препаратов, направленных на полное уничтожение вредителя.

Учитывая тот факт, что в Крыму начало постдиапаузного развития (I линька) калифорнийской щитовки приходится на III-ю декаду марта, этот показатель может служить основным критерием определения срока применения регулятора роста и развития Адмирал, к.э. нарушающего процесс линьки. В дальнейшем личинки линяют еще три раза в мае – I-ой, II-ой и III-ей декаде. Эти сроки также могут служить сигналом к применению Адмирала.

Экологические потребности **серого почкового долгоносика** обеспечивают его жизнедеятельность в пределах I-ой и III-ей групп экониш. Зимуют имаго и личинки в почве (III группа экониш). По нашим данным выход из мест зимовки начинается рано весной, в фазу развития плодовых культур «зеленый конус», а в годы с ранней весной в период раздвижения чешуй на почках календарно III декада марта – I декада апреля. Следует отметить, что в этот период других фитофагов в данной экологической нише нет, что полностью исключает межвидовую конкуренцию.

Массовое накопление жуков, обеспечивающих питание и размножение вида, в кронах деревьев (I группа экониш), происходит в фенофазу «обособление бутонов» (календарно середина апреля). Это наиболее уязвимая стадия онтогенеза, т.к. в этот период жуки ведут открытый образ жизни, и наиболее оптимальный срок для проведения защитных мероприятий. В этот период необходимо провести учет численности вредителя методом «отряхивания» и при плотности популяции выше ЭПВ (порог 6-8 особей/дерево) применить один из инсектицидов группы неоникотиноидов (Актара 25 WG, в.г., Конфидор 200 SL, к.э., Калипсо 480 SC, к.с.). Как показывает практика, однократным применением одного из вышеуказанных препаратов в этот срок удается полностью блокировать вредоносную деятельность серого почкового долгоносика и свести поврежденность почек и листьев к минимуму (до 3%), что практически не сказывается на жизнедеятельности растений.

В первой половине мая происходят спаривание и откладка яиц. Самка размещает яйца кучками по 10-40 штук под край листа, который она загибает и приклеивает с помощью своих выделений (I группа экониш). Эмбриональное развитие продолжается 11–16 дней. Вышедшие из яиц личинки осыпаются на землю и уходят в почву на глубину до 40 – 60 см (III группа экониш). Основная популяция личинок развивается в течение двух вегетационных периодов, питаясь мелкими корешками деревьев. Окукливаются эти личинки только в конце следующего лета. Отродившиеся из них жуки зимуют в почве (III группа экониш) и появляются в кронах деревьев только на третью весну. Часть личинок успевает закончить развитие в течение первого года жизни. Осенью они окукливаются, а отродившиеся жуки остаются в почве до весны следующего года (III группа экониш).

Зеленая яблонная тля – не мигрирующий вид, жизнедеятельность которого протекает в пределах I-ой группы экологических ниш. Фитофаг заселяет вегетативные части растений, преимущественно листовой аппарат. Зимуют яйца на самом молодом приросте и порослевых побегах. Вышедшие личинки питаются соком распускающихся листочков (III декада апреля), а затем и соцветий (II-я группа экониш). Расселение по саду осуществляют крылатые живородящие самки расселительницы, которые, перелетая с дерева на дерево, дают начало новым поколениям.

В целом выживание вида также обеспечивается на всех стадиях онтогенеза. Ввиду открытого образа жизни имаго и личинки уязвимы на протяжении всего периода вегетации. Мониторинг динамики численности (визуально по 10-ти модельным деревьям) необходимо начинать с фенофазы «зеленый конус» и вести еженедельно до начала «роста плодов». При количестве на дереве 3–5 колоний в садах 3–7 лет и суперинтенсивных насаждениях и 8–10 колоний/дерево в объемных садах и садах старше 14-летнего возраста эффективно применение инсектицидов из группы неоникотиноидов (Актара 25 WG, в.г., Конфидор 200 SL, к.э., Калипсо 480 SC, к.с.).

Туркестанский паутинный клещ заселяет I-ю (нижний ярус листового аппарата) и III-ю (почва и растительность приствольных кругов) экологические ниши. Зимуют самки небольшими колониями на сорняках, под опавшими листьями (III-я группа экониш) или в трещинах коры деревьев (II-я группа экониш), поэтому в ограничении численности данного вида большое значение имеют такие агротехнические мероприятия, как заделка в почву опавшей листвы осенью и обработка приствольных кругов гербицидами весной.

Весной самки мигрируют на различные сорные растения, где размножаясь, образуют крупные колонии. В июле (II-III декада) – августе, когда травянистые растения выгорают, туркестанский клещ мигрирует на плодовые деревья, где уже обитает боярышниковый клещ. Это основной срок выявления и учета численности данного вида (визуально с помощью бинокулярного микроскопа).

Боярышниковый клещ заселяет те же экологические ниши, что и туркестанский клещ и постепенно им вытесняется, о чем свидетельствует постепенное снижение его доли в акарокомплексе с 50% в 2000–2002 гг. до 32 % в 2009–2011 гг.

Зимуют оплодотворенные самки боярышникового клеща там же, где и самки туркестанского: под отмершей корой штамбов (I-я группа экониш), под растительными остатками, в поверхностном слое почвы и других укромных местах (III-я группа экониш). Весной, обычно в середине апреля – начале мая перезимовавшие самки мигрируют на листья нижнего яруса кроны (I-я группа экониш) и приступают к откладке яиц. В дальнейшем питание и размножение данного вида проходит в зоне листового аппарата нижнего и среднего ярусов кроны, куда в июле мигрирует туркестанский клещ. В конце августа – начале сентября часть самок обоих видов покидает I-ю эконишу и перемещается на растительные остатки, часть уходит в диапаузу в расщелинах коры. Заканчивается уход в диапаузу в конце сентября.

В целом выживание данных видов также обеспечивается на всех стадиях онтогенеза. Ввиду открытого образа жизни имаго, яйца и предимагинальные стадии уязвимы на протяжении всего периода вегетации. Мониторинг численности клещей-фитофагов необходимо осуществлять на протяжении всего периода вегетации – от «начала распускания почек» до «созревания плодов» в пределах II группы экониш (листья).

Нами установлено, что в весенний период при достижении клещами-фитофагами пороговой численности целесообразно использовать Демитан, или Ортус, к.э. в июле-августе – применять Омайт 57, к.э., т.к. при высоких дневных температурах эффективность этого акарицида выше. Учитывая овицидную специфику действия акарицидов Ниссоран, с.п. и Аполло, к.с. целесообразно их применение в садах в самом начале откладки яиц самками боярышникового (I–II декада мая) и туркестанского (III декада июля) клещей.

Резюмируя представленные выше результаты исследований, нами разработана система фенологического мониторинга (табл. 6), позволяющая сигнализировать сроки появления наиболее уязвимых стадий фитофагов и оптимально подобрать средства защиты. Как следует из данных, приведенных в табл. 6, в ранневесенний период (март), основное внимание должно быть уделено регулированию численности калифорнийской щитовки и серого почкового долгоносика, с середины апреля до начала мая – зеленой яблонной тли, с мая по сентябрь – яблонной плодожорки и клещей фитофагов.

Таким образом, можно сказать, что высокая жизнеспособность доминирующих фитофагов яблоневого сада в значительной степени обусловлена адаптацией к смене экологических ниш на различных стадиях их онтогенеза. Определение календарных сроков заселения фитофагами различных экологических ниш позволяет оптимизировать систему их мониторинга, сигнализировать сроки появления наиболее уязвимых стадий и рационально подобрать ассортимент пестицидов.

Метеорологические условия и их влияние на динамику численности фитофагов.

Популяции насекомых и клещей в многолетних насаждениях находятся под постоянным влиянием множества внешних и внутренних факторов, которые в комплексе изменяют их численность и жизнеспособность, что нередко приводит к резкому увеличению количества отдельных видов.

Многолетние исследования структуры и динамики биоценологических составляющих яблоневых садов Крыма позволили выявить наиболее значимые факторы, воздействующие как на растения, так и на вредные и полезные организмы. В результате исследований установлено, что изменения численности и видового состава членистоногих в яблоневых садах происходит преимущественно под воздействием погодных-климатических и антропогенных факторов. Причем, два параллельно идущих процесса вызывают дестабилизацию фитосанитарного состояния агроценоза яблоневого сада вследствие неравнозначной ответной реакции его компонентов (продуцентов, первичных и вторичных консументов).

Таблица 6

Система фенологического мониторинга доминирующих фитофагов яблоневого сада и экономические критерии применения инсектицидов

Фенофаза	Календарный срок	Вредитель	Экологическая ниша	Метод учета	ЭПВ
1	2	3	4	5	6
Зеленый конус	III декада марта	Калифорнийская щитовка	I – стволы, побеги	визуально	1 шиток/2 пог.м 1-3-летних ветвей
Обособление бутонов	I-II декада апреля	серый почковый долгоносик	I – стволы, побеги, листья	отряхивание	10-20 жуков/дерево
Розовый бутон	II-III декада апреля	серый почковый долгоносик	I – стволы, побеги, листья	отряхивание	10-20 жуков/дерево
		зеленая яблонная тля	I – побеги, листья	визуально	5-8 колоний/100 листьев
Перед цветением	II-III декада апреля	зеленая яблонная тля	I – побеги, листья	визуально	8-10 колоний/100 листьев
		яблонная плодожорка	I – листья (крона дерева)	феромонные ловушки	5 бабочек/ловушку за 7 дней
Конец цветения	I декада мая	яблонная плодожорка	I – листья (крона дерева)	феромонные ловушки	5 бабочек/ловушку за 7 дней
Образование завязи	II-III декада мая	яблонная плодожорка	I – листья (крона дерева)	феромонные ловушки	5 бабочек/ловушку за 7 дней
		Боярышниковый клещ	I – листья	визуально	3-4 особи/лист
Опадение физиологической завязи	I декада июня	Калифорнийская щитовка	I – стволы, побеги II – плоды	визуально	1 шиток/2 пог.м 1-3-летних ветвей 2-3 поврежденных плода на 100
		яблонная плодожорка	I – листья (крона дерева)	феромонные ловушки	5 бабочек/ловушку за 7 дней
		Боярышниковый клещ	I – листья	визуально	3-4 особи/лист
Рост плодов	II декада июня – II декада августа	яблонная плодожорка	I – листья (крона дерева) I – стволы II – плоды	феромонные ловушки ловчие пояса визуально	3 бабочки/ловушку за 7 дней
	III декада июля – I декада августа	калифорнийская щитовка	I – стволы, побеги II – плоды	визуально	1 шиток/2 пог.м 1-3-летних ветвей 2-3 поврежденных плода на 100
	III декада июля – I декада августа	боярышниковый и туркестанский клещи	I – листья	визуально	3-4 особи/лист
Созревание плодов	III декада августа – I декада сентября	яблонная плодожорка	I – листья (крона дерева)	феромонные ловушки	3 бабочки/ловушку за 7 дней
			I – стволы	ловчие пояса	2 гусеницы/пояс
			II – плоды	визуально	2 % поврежденных
		калифорнийская щитовка	I – стволы, побеги II – плоды	визуально	1 шиток/2 пог.м 1-3-летних ветвей 2-3 поврежденных плода на 100

Абиотические факторы, к которым относятся погодно-климатические условия, принадлежат к числу модифицирующих, и влияют на динамику популяции не зависимо от ее численности. В некоторых отдельных случаях они могут спровоцировать либо вспышку массового размножения, либо резкий спад численности.

Сезонные изменения погодных условий в первую очередь сказываются на главном элементе садового агроценоза – плодовом дереве, способствуя либо повышению, либо

снижению его продуктивности, вызывая тем самым изменения качества и количества корма для фитофагов. В свою очередь, недостаток корма и неудовлетворительное его качество, при высокой плотности популяций фитофагов ведет к усилению межвидовой и внутривидовой конкуренции. При низкой численности и достаточном количестве корма конкуренция в садовом агроценозе выражена слабо. Примером может служить внутривидовая конкуренция в популяции яблонной плодовой гусеницы в Крыму: в неурожайные годы (1991–1992, 2004 гг.) в одном плоде встречалось до 5–6 гусениц вредителя, при этом наблюдалось явление каннибализма (гусеницы старших возрастов уничтожали гусениц младших возрастов).

Под влиянием температурно-влажностного режима меняется жизнеспособность яиц (у восточной и яблонной плодовой гусеницы при T выше 35°C и влажности ниже 50% яйца становятся стерильными) и скорость роста популяций, что вызывает резкое увеличение численности одних видов, для которых сложившиеся погодные условия оптимальны, и снижение плотности популяции других видов, для которых погодные условия не благоприятны. В зависимости от погодных условий (особенно от суммы биологически эффективного тепла) меняется количество генераций и температурные критерии, характеризующие появление отдельных стадий развития насекомых и служащих сигналом к проведению защитных мероприятий. Увеличение плотности популяций определенной группы фитофагов приводит к появлению и увеличению численности трофически связанных с ними энтомоакарифагов, что влечет за собой изменение видового разнообразия в агроэкосистеме.

Учитывая тот факт, что жизнедеятельность насекомых и клещей в значительной степени обусловлена температурно-влажностным режимом, изменения погодных условий в течение вегетационного периода играют решающую роль в сезонной динамике численности фитофагов.

Нами в результате 10-ти летних исследований сезонных изменений численности фитофагов в яблоневых садах Западного предгорного района Крыма прослежена закономерность и установлена корреляционная зависимость между увеличением численности отдельных отрядов насекомых и клещей и температурно-влажностными условиями вегетационного периода. Так, в жаркие и засушливые годы, с показателем ГТК ниже 1, численность клещей фитофагов в садах резко возрастает. Как свидетельствуют данные (табл. 7), у представителей отряда Acariformes самая высокая зависимость от гидротермических условий (обратно пропорциональная: чем ниже ГТК, тем выше численность, $r = -0,94$).

Таблица 7

Многолетняя динамика численности вредных членистоногих в яблоневых садах Крыма (ГП «Садовод», г. Севастополь, 2002-2010 гг.)

Отряд	Годы, (ГТК)									
	2002 (1,5)	2003 (1,3)	2004 (0,8)	2005 (1,2)	2006 (1,3)	2007 (0,7)	2008 (0,9)	2009 (0,9)	2010 (0,9)	r^{**}
	Численность имаго, экз./дер.									
Acariformes	1,6	10,3	38,1	7,5	7,1	63,9	24,0	27,2	24,3	0,94
Homoptera	5,7	18,5	49,3	20,3	21,9	8,0	9,5	60,2	56,9	0,32
Hemiptera	13,1	0,5	0,7	0,5	0	0	0	0	0	0,22
Coleoptera	9,1	6,8	2,0	5,4	3,5	4,3	4,2	2,2	3,3	0,73
Lepidoptera*	31,6	33,0	8,5	33,3	76,8	21,9	36,8	10,2	15,5	0,63
Hymenoptera	2,7	1,1	0,6	1,2	0,4	1,0	1,1	0,2	0	0,33
Diptera	31,6	29,8	0,8	31,8	20,3	0,9	5,4	0	0	0,31

* - численность Lepidoptera, экз./лов., r^{**} – коэффициент корреляции ($P < 0,05$)

Среди отрядов насекомых у жуков (Coleoptera) и представителей отряда чешуекрылых (Lepidoptera) нет прямой зависимости плотности популяции от погодных условий. Тем не менее установлено, что для представителей отряда Lepidoptera оптимальны умеренные температура и влажность – показатель ГТК в пределах 0,9–1,0 (коэффициент корреляции 0,63). Так, согласно нашим учетам максимальная численность минирующих молей проявляется в годы с показателем ГТК равным 0,9–1,0. Этим отчасти объясняется резкое увеличение численности боярышниковой кружковой моли в яблоневых садах Крыма в 1990–1995 гг. с показателем ГТК от 0,8 до 1,2. Еще ниже зависимость между погодными условиями вегетационного периода и динамикой численности у перепончатокрылых, двукрылых и равнокрылых (коэффициент корреляции 0,32; 0,32 и 0,28, соответственно).

Тем не менее, как свидетельствуют результаты наших исследований, в садах Симферопольского района увеличение численности зеленой яблонной и красногалловой тлей наблюдались в годы с влажной весной, когда ГТК апреля-июня был на уровне или превышал показатель 1,0 (1991, 1994, 2001, 2004-2005 и 2009 гг.). Коэффициент корреляции между ГТК апреля-июня и численностью зеленой яблонной тли $r = 0,55$, красногалловой немного ниже – $r = 0,46$.

Следует отметить и тот факт, что в период с мая по июнь идет интенсивный прирост листового аппарата, что в сочетании с благоприятными погодными условиями также способствует увеличению численности тлей.

Установлено, что за последние 50 лет частота воздействия стрессовых погодных факторов: поздних заморозков весной и ранних морозов по вегетирующим растениям осенью заметно уменьшилась, а количество годов с показателем ГТК за вегетационный период выше 1 увеличилось (табл. 8).

В период с 1959 по 1988 гг. из каждого десятилетия по 7–8 лет имели показатель ГТК за вегетационный период, превышающий 1, тогда как, начиная с 1989 г. и по 2009 г. только три года из 10 имеют таковой показатель. Соответственно, увеличилось количество годов с ГТК за вегетацию ниже 1: в период с 1959 г. по 1978 г. только 2 года из 10 имели ГТК < 1, начиная с 1979 и по 2009 гг. число теплых и сухих годов увеличилось до 6–7 лет из 10.

Таблица 8

**Изменение погодных условий за 1959-2010 гг.
(Метеостанция ОИС, Симферопольский р-он, АРК)**

Фактор	Раз за десятилетие				
	1959-1968 гг.	1969–1978 гг.	1979–1988 гг.	1989–1999 гг.	2000–2010 гг.
Заморозки в III декаде апреля – II декаде мая	6	5	5	5	4
Морозы в I – II декаде октября	7	6	6	5	0
ГТК за вегетационный период: > 1	7	7	8	3	3
ГТК = 1	1	1	1	2	1
ГТК < 1	2	2	7	5	7
Длительность периода с $T \geq 15^\circ\text{C}$, дни	118-121	123-127	87-148	87-148	129-154

Следует также отметить, что за 15 лет – период с 1977 по 1992 гг. – не было ни одного года с ГТК за вегетацию ниже 1, тогда как за последующие 18 лет с ГТК < 1 было 9 лет, т.е. половина. Из 10 лет за период 1959–1999 годов в течение 5–7 лет отмечались ранние заморозки с температурой от 0 до -5°C по вегетирующим деревьям. С 2000 года ранних заморозков не наблюдается. Весенние возвратные заморозки на протяжении последних пятидесяти лет наблюдаются стабильно в течение 5–6 лет из 10.

Изменилось и количество биологически активного и эффективного тепла, набираемого в течение вегетационного периода (рис. 1). По среднемноголетним данным СЭТ выше 10°C на конец августа по Крыму составляет 1500°C. В 2009 году данный показатель был превышен на 335,8°C, в 2010 году на 215,8°C. В целом, как свидетельствуют данные, представленные на рис. 2.3, начиная с 2000 года, СЭТ по Крыму ежегодно превышала среднемноголетний показатель на 300–420°C. Изменился и ход накопления биологически эффективного тепла.

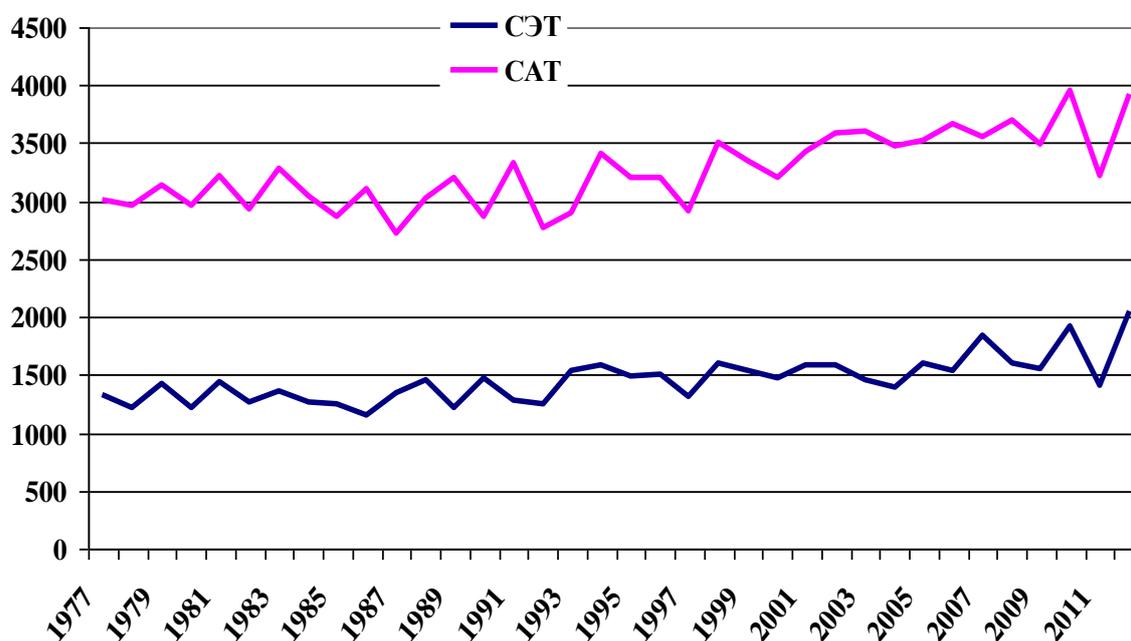


Рис. 1 Годовая сумма активных и эффективных температур (Симферопольский район, АРК, 1977-2011 гг.)

С середины 80-х годов XX века наметилась тенденция к более быстрому и интенсивному накоплению эффективных температур. Данные, представленные на рис. 2, свидетельствуют о том, что в конце 70-х – начале 80-х годов прошлого столетия СЭТ на конец апреля составляла в среднем 25°C, в начале 90-х этот показатель возрос до 40°C, к 2000 году он увеличился еще на 10°C и достиг 50°C, а начиная с 2001 года и по настоящее время составляет в среднем 75°C. К началу июля СЭТ изменилась с 700°C в 70–80-е годы XX века до 930°C (1990–2000 гг.) и превысила 1000°C начиная с 2001 г. Эффективные температуры продолжают набираться в сентябре и октябре, что привело к увеличению вегетационного периода на 16 – в Восточном предгорном районе и 20 дней – в Центральном равнинно-степном районе и благоприятно сказалось на жизнедеятельности насекомых.

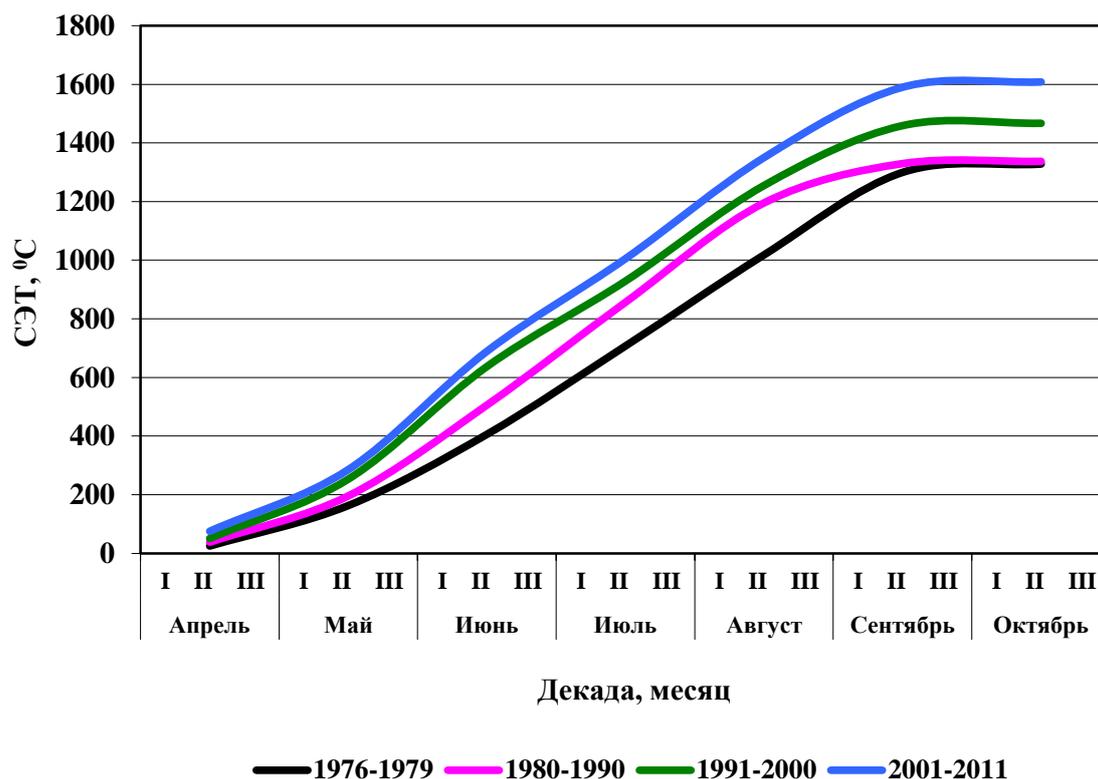


Рис. 2 Динамика накопления биологически эффективного тепла (Симферопольский район, АРК, 1977-2011 гг.)

Зимы стали теплее и мягче. Среднемесячные температуры воздуха в течение декабря-февраля в конце 80-х – середине 90-х годов прошлого столетия составляли в среднем $-0,3^{\circ}\text{C}$, в конце 90-х годов – уже $0,6^{\circ}\text{C}$, в 2008–2011 гг. температура возросла до $0,9^{\circ}\text{C}$. Особенно потеплели декабрь и февраль (табл. 9).

Таблица 9

Среднемесячные температуры воздуха в зимний период (Метеостанция КОСС, Симферопольский р-он, АРК)

Годы	Декабрь	Январь	Февраль	Среднее за зимний период
1984–1993	0,5	0,07	-1,4	-0,3
1994–1999	1,1	-0,2	0,7	0,5
2000–2007	1,6	-0,2	0,5	0,6
2008–2011	1,8	-0,1	0,9	0,9

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют об изменении погодных условий в сторону потепления, что повлекло за собой увеличение продолжительности вегетационного периода на 16–20 дней и способствовало появлению третьей генерации у яблонной плодовой гнили и калифорнийской щитовки, развитие 9–11 генераций тлей и ежегодные вспышки численности клещей фитофагов.

Технология выращивания яблони и ее влияние на формирование и развитие энтомоакарокомплекса яблоневого сада. Влияние антропогенных факторов на динамику численности и видовой состав членистоногих проявляется двояко: прямое – активное применение пестицидов для ограничения численности фитофагов, или

опосредованно – через внедрение новых технологий возделывания, изменяющих емкость экологических ниш и условия жизнедеятельности членистоногих.

Технология выращивания яблони в Крыму за последние 36 лет также претерпела существенные изменения (табл. 9). Так, система обработки почвы, предполагающая в течение вегетации вспашку на глубину 22–26 см в сочетании с 1–2 дискованиями на глубину 12–16 см в садах интенсивного типа, закладываемых начиная с 2000 г., полностью заменена на естественное задернение междурядий с внесением гербицидов или дискованием приствольных кругов, что способствует увеличению емкости третьей группы экониш (почва приствольных кругов и травянистая растительность естественного задернения междурядий) и жизнедеятельности связанного с ней коадаптивного комплекса членистоногих. Система капельного орошения вместо полива по бороздам позволяет сохранять постоянный микроклимат и умеренную влажность в поверхностном слое почвы и нижнем ярусе дерева, что также сказывается на населяющих данную эконишу видах.

Таблица 9

Технологические характеристики яблоневых садов Крыма

Годы	Показатель					
	схема посадки, м	кол-во дер./га	форма кроны	год вступления в плодоношение	срок эксплуатации, лет	потенциальная урожайность, т/га
1970–1980	6,0x8,0 4,0x6,0	156 208	плоскоокруглая, куполовидная	6-8	До 45	22,7–30,0
1980–1990	4,0x2,5 4,0x3,5	1300 1000	свободнорастущая пальметта	4-6	30-35	31,6–49,7
1990–2000	4,0x2,5 4,0x3,5	1300 1000	итальянская пальметта	4-6	до 20	30,7–43,0
2000–2005	1,0x2,5 1,0x3,5 1,0x4,5	1250 1660	широкопирами дальная (стройное веретено)	3-4	18-20	30,0–40,0
2005–2011	1,0x0,8 1,0x1,2	3000 4000	узкопирамидальная (суперверетно)	1-2	14-15	50,0–70,0

Как свидетельствуют данные, представленные в табл. 9, уплотнились схемы посадки, количество деревьев на 1 га сада увеличилось с 200 до 3000–4000 шт., пирамидальная форма кроны сменила объемную плоскоокруглую и куполовидную формы. Сады стали раньше вступать в плодоношение, имеют высокую потенциальную урожайность и срок эксплуатации в два раза короче, что позволяет избегать накопления ряда вредителей.

В целом, современные технологии выращивания яблоневых садов не оказывают прямого воздействия на численность членистоногих, но существенно регулируют наличие и структуру экологических ниш для их жизнедеятельности.

Учитывая тот факт, что формирование энтомоакарокомплекса яблоневого сада осуществляется путем заселения имеющихся в агроценозе экониш, а количество и структура экониш в саду определяется в первую очередь возрастом сада и технологией возделывания, контроль численности вредных видов должен проводиться с учетом этого фактора.

Ассортимент пестицидов и системы защиты яблони. Системы защиты яблоневых садов в Крыму, как использовавшиеся до начала 90-х годов прошлого века, так и существующие в настоящее время зональные системы, основаны преимущественно на использовании инсектицидов широкого спектра действия, составлены без учета регулятивной роли энтомоакарифагов и направлены на полное уничтожение членистоногих.

Анализ 36-летних данных по пестицидной нагрузке на агроценозы яблоневых садов Крыма свидетельствует о длительном применении высоких доз фунгицидов, инсектицидов и гербицидов в плодовых насаждениях республики.

Максимальное количество инсектоакарицидов в Крыму применялось в 1970–80-х годах прошлого столетия, когда за вегетационный период проводилось до 19 обработок, а на 1 га сада приходилось от 59,6 до 90,4 кг, л препаратов за сезон (25–29 кг, л/га по действующему веществу) [10]. При этом основу систем защиты составляли высокотоксичные фосфоорганические и хлорорганические препараты: Хлорофос 800 с.п., Фосфамид 300 с.п., Метафос, 200 к.э., Гамма-изомер ГХЦГ и др. Аналогичная тенденция сохранялась до середины 90-х XX века.

Так, по данным Крымской республиканской СТАЗР за период с 1985 по 1992 гг. среднегодовой расход пестицидов в Крыму составил 14,8 тыс.т. Максимальные пестицидные нагрузки (до 19,4 тыс.тонн) отмечены в районах с высокой концентрацией многолетних насаждений: Бахчисарайском – 54,4 кг/га за сезон, зоне г. Севастополя – 50,5 кг/га за сезон, Нижнегорском и Кировском районах – 14,9 кг/га за сезон [232]. Среди использовавшихся ядохимикатов основная доля приходилась на фунгициды – 62,5% от общего объема, 21,6% – составляли инсектициды и 15,9% – гербициды. Основу ассортимента инсектицидов составляли фосфоорганические препараты (13,4% из 21,6% инсектицидов), на долю стойких хлорорганических соединений приходилось 4,6%, прочих (ДНОК) – 3,6%. Также отмечается, что в пловодческих хозяйствах доля хлорорганических соединений в системах защиты возростала до 6,4–8,8%.

Многочисленное использование фосфоорганических и хлорорганических препаратов способствовало полному истреблению, как вредных членистоногих, так и энтомоакарифагов, что вызвало глубокие нарушения трофических связей, стабилизирующих садовую экосистему.

Утратили к концу 1980-х годов свое экономическое значение и доминирующее положение многие виды, особенно имеющие годичную генерацию: трубноверты, некоторые виды щитовок и ложнощитовок, яблонная листовляшка, античная волнянка и златогузка. Отсутствие хищных и паразитических видов насекомых и клещей вызвало вспышку численности листоверток, листоминирующих молей, калифорнийской щитовки и клещей-фитофагов, что и наблюдалось в яблоневых садах Крыма в начале 90-х годов прошлого столетия.

В конце 90-х – начале 2000-х годов из-за финансово-экономических трудностей использование, как химических препаратов, так и элементов биозащиты в садоводстве Крыма практически приостановилось. Только отдельные хозяйства для борьбы с яблонной плодояркой, как наиболее вредоносным видом, использовали фосфорорганические препараты. В таких условиях энтомоакариокомплекс формировался по типу естественных ценозов – под влиянием погодных условий, деятельности энтомоакарифагов и межвидовой конкуренции. Доминирующими стали виды либо практически не имеющие в промышленных насаждениях природных естественных врагов (серый почковый долгоносик), либо не имеющие конкурентов (яблонная плодоярка единственный вид, выедающий семенную камеру).

С началом возрождения садоводства в 2002–2003 гг. большинство производителей пловодческой продукции вернулись к разработанной ранее, в 80-х

годах прошлого столетия, системе защиты яблони, основанной преимущественно на применении фосфорорганических препаратов (доля около 70%) и частично регуляторах роста и развития насекомых (доля около 12–15 %). С появлением в 2004 г. препаратов из группы неоникотиноидов – Актара 25 WG, в.г. (тиаметоксам, 250), Моспилан, р.п. (ацетамиприд, 200) и Калипсо 480 SC, к.с. (тиаклоприд, 480) ими частично заменили синтетические пиретроиды для ограничения численности долгоносиков и тлей (табл. 10).

С появлением в 2006–2007 гг. гормонального инсектицида Адмирал, к.э. удалось полностью подавить вредоносную деятельность калифорнийской щитовки и с 2009 г. данный вид входит в число доминирующих только в садах, где препарат не применяли.

Таблица 10

Соотношение инсектицидов различных химических групп в системах защиты яблони в Крыму

Показатель	Совхоз-завод им.Чкалова Бахчисарайского района, 1973–1976 гг.*	Совхоз-завод «Янтарный» Симферопольского района, 1996–1999 гг.	ГП «Садовод», г. Севастополь, 2007–2010 гг.
Кратность обработок, (раз)	15	10	8
Препараты (доля, %):			
фосфорорганические	91,2	65	70
хлорорганические	4,6	2,2	-
др.хим.групп	3,6	2,8	-
Пиретроиды	-	10	3
Неоникотиноиды	-	-	15
Гормональные препараты	-	20	12
Пестицидная нагрузка, кг,л/га д.в. на га	29,6	14,9	10,8

* По данным Н. И. Петрушовой [10]

Таким образом, применение инсектоакарицидов является решающим фактором, влияющим на формирование энтомоакарокомплекса яблоневых садов, т.к. многократное их использование способствует полному истреблению, как вредных членистоногих, так и энтомоакарифагов и приводит к глубоким нарушениям трофических связей, стабилизирующих садовый агроценоз, что и обуславливает смену доминантности видового состава насекомых и клещей.

Изменение таксономической структуры энтомоакарокомплекса. Нами прослежено изменение видового состава энтомоакарокомплекса фитофагов в яблоневых садах Крыма и установлено, что за последнее десятилетие при общем обеднении видового состава с 44 до 37 видов доля чешуекрылых снизилась на 4% (с 26 до 20 видов), равнокрылых на 3%, а клещей-фитофагов и жесткокрылых увеличилась на 2%. Так, в 1970–2000-х годах в структуре фитофагов яблоневых садов Крыма преобладали чешуекрылые: их доля составляла 58,1, вторую позицию занимали равнокрылые – 16,3%, 11% составляли жуки и 9% клещи. Доля представителей остальных отрядов не превышала 2% (рис. 3).

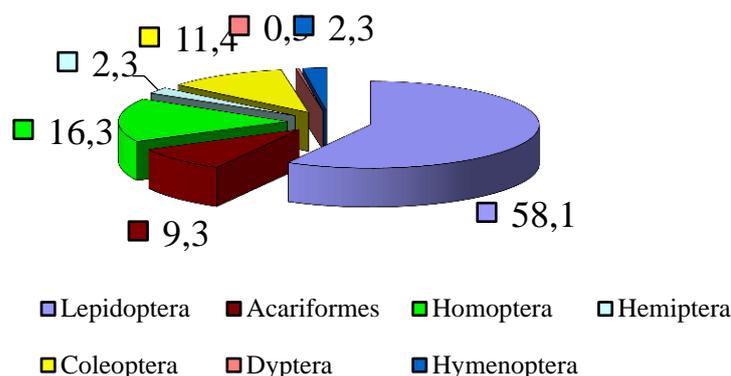


Рис. 3 Таксономическая структура энтомоакарокомплекса фитофагов в яблоневых садах Крыма в 1970–2000 гг. (доля, %)

В 2001–2011 гг. комплекс фитофагов яблоневых садов в Крыму был представлен 37 видами. При этом, доля чешуекрылых составляет 54,1%, жесткокрылых и равнокрылых поровну – по 13,5%. Доля клещей-фитофагов увеличилась на 2% и в комплексе вредных видов занимает почти 11%. Из представителей остальных трех отрядов в садах встречается по одному виду (в среднем по 2,5% на вид), что суммарно составляет 8,1% (рис. 4).

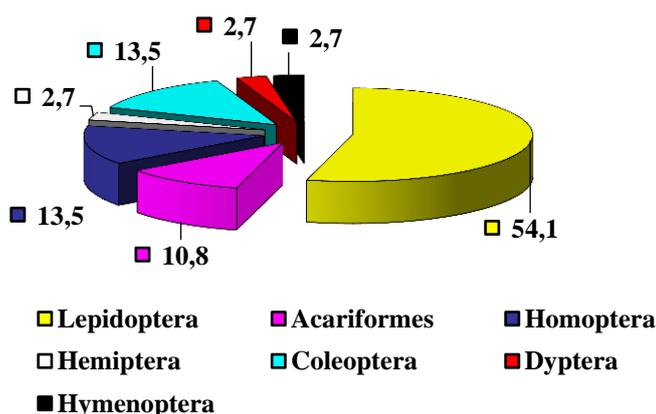


Рис. 4 Таксономическая структура энтомоакарокомплекса фитофагов в яблоневых садах (доля, %) (Крым, ГП «Садовод», 2001–2011 гг.)

В целом, как свидетельствуют данные, представленные на рис. 3 и 4, в период с 1974 по 2011 гг. в яблоневых садах Крыма видовой состав доминирующих вредителей практически полностью изменился, что связано, прежде всего, с изменением климата и хозяйственно-экономической деятельностью человека.

Таким образом, результаты ретроспективного анализа фитосанитарного состояния яблоневых садов, погодных условий, ассортимента применяемых средств защиты и технологии выращивания культуры позволили установить, что изменение всех вышеуказанных условий в комплексе привело к нарушению сложившихся трофических связей в садовом агроценозе, обусловило качественные и количественные изменения видового состава энтомоакарифауны и способствовало формированию определенной группы доминантов при общем обеднении видового состава.

Модель формирования энтомооакаркомплекса яблоневого сада.

Вышеизложенные результаты исследований позволили нам выявить основные особенности формирования энтомооакаркомплекса яблоневых садов.

1. Видовое разнообразие членистоногих в яблоневых агроценозах формируется непрерывно, начиная с момента закладки сада и продолжается на протяжении всего периода его возделывания в результате комплексного воздействия трех основных экологических факторов: абиотических, биотических и антропоических.

2. Влияние вышеуказанных факторов и их отдельных элементов на формирование и динамику вредной фауны в садах не однозначно. Изменения видового состава насекомых и клещей в промышленных яблоневых садах Крыма происходят преимущественно под воздействием антропоического фактора (технологии выращивания и системы защиты), а сезонные колебания численности – под влиянием метеорологических условий и деятельности энтомооакарфагов.

3. Важным фактором, определяющим видовой и количественный состав насекомых и клещей в саду является наличие и емкость экологических ниш для их обитания, питания и размножения. Емкость экологических ниш в каждом конкретном агроценозе определяется возрастом насаждений и технологией выращивания плодовых деревьев (обрезка, формирование кроны, содержание почвы, удобрение, полив).

4. В молодых насаждениях биоразнообразие членистоногих формируется из видов, характерных для агроценоза культуры предшественника и путем «завоза» с посадочным материалом (калифорнийская щитовка, кровяная тля). В процессе роста и эксплуатации сада видовой состав пополняется за счет миграции членистоногих из заброшенных полуодичавших садов, садозащитных полос и приусадебных участков.

5. Видовой состав садового агроценоза формируется в основном за 5–7-летний период и достигает пика к 14-летнему возрасту. Это характерно прежде всего для садов современной интенсивной технологии возделывания, что необходимо учитывать при планировании системы эксплуатации насаждений.

6. Численность популяций отдельных видов в течение конкретного вегетационного периода в значительной степени зависит от их экологических предпочтений и складывающихся погодных условий. В годы с ГТК менее 1 наблюдается увеличение численности представители отряда Acariformes, а представителей Aphidinea в периоды с показателем с ГТК в пределах 1,2–1,3.

7. Применение пестицидов губительно сказывается на численности энтомооакарфагов, что дестабилизирует фитосанитарное состояние агроэкосистемы, снижает ее устойчивость и равновесие, поэтому биотические факторы – хищники, паразиты и энтомопатогенные организмы – в промышленных садах с высокой пестицидной нагрузкой не играют существенной роли в ограничении численности фитофагов.

8. При условии сокращения использования инсектицидов широкого спектра действия, или замене их малоопасными препаратами до уровня ниже 5,0 кг, л/га д.в. активность полезных видов резко возрастает и может сдерживать плотность популяции отдельных, преимущественно мелких открытоживущих видов – тлей, клещей, щитовок.

На основании выявленных закономерностей нами разработана модель формирования энтомооакаркомплекса яблоневого сада (рис. 5), свидетельствующая о том, что видовое биоразнообразие членистоногих в яблоневых садах обусловлено в первую очередь наличием самого растения, представляющего собой комплекс экологических ниш, обеспечивающих жизнедеятельность фитофагов.



Рис. 5 Модель формирования энтомоакарокомплекса яблоневого сада

Выводы

1. Современный промышленный яблоневый сад – долгосрочная, монокультурная агроэкосистема с характерными особенностями функционирования и развития.

2. Видовой состав и структура комплекса фитофагов в значительной степени обусловлены возрастными особенностями агроэкосистемы плодового сада и емкостью экологических ниш, что позволяет существовать в нем антропоично обусловленному количеству различных видов и формировать относительно более устойчивое, чем в полевых агроценозах экологическое сообщество.

3. Каждый вид в соответствии со своими физиологическими потребностями имеет определенное место обитания и питания, т.е. занимает определенную экологическую нишу, емкость экологических ниш в каждом конкретном агроценозе определяется технологией выращивания яблони.

4. Выделено 4 основные группы экологических ниш и связанные с ними коадаптивные комплексы вредителей: первая группа объединяет вегетативные части плодовых деревьев (ствол, скелетные ветви, побеги, ростовые почки и листья); вторая – генеративные органы (плодовые почки, соцветия, завязь, плод); третья включает почву и растительный покров; четвертая – прилегающие территории (частные сады, заброшенные насаждения, садозащитные полосы).

5. Жизнедеятельность наиболее массово встречающихся и вредоносных фитофагов в яблоневом саду четко разделена во времени и пространстве, что практически исключает межвидовую конкуренцию за кормовую базу, обеспечивает им возможность полного заполнения экологических ниш и, как следствие, доминирующий статус; на различных фазах развития фитофагов происходит смена экологических ниш, что обеспечивает их выживание.

6. Формирование экологических ниш и связанного с ними комплекса насекомых и клещей – длительный поэтапный процесс, зависящий от возрастных изменений структуры яблоневых садов, оно начинается в момент закладки сада и продолжается непрерывно на протяжении всего периода возделывания под влиянием комплексного воздействия главным образом абиотических, биотических и антропогенных факторов.

7. Определены сроки и места обитания наиболее уязвимых фаз онтогенеза доминирующих фитофагов, что имеет важное значение при разработке систем защитных мероприятий.

8. В молодых насаждениях видовой состав членистоногих формируется из видов, характерных для агроценоза культуры предшественника; видов, способных сезонно мигрировать, и путем «завоза» с посадочным материалом (калифорнийская щитовка, кровяная тля). В процессе роста и эксплуатации сада видовой состав пополняется за счет миграции специализированных членистоногих из заброшенных полуодичавших садов, защитных лесополос и приусадебных участков.

9. Установлено, что за последнее десятилетие при общем обеднении видового состава с 44 до 37 видов доля чешуекрылых снизилась на 4% (с 26 до 20 видов), равнокрылых на 3%, а клещей-фитофагов и жесткокрылых увеличилась на 2%.

10. Определено, что виды, имевшие экономическое значение и доминирующее положение в 70–80-е годы прошлого столетия (античная волнянка, боярышница, златогузка, бурый плодовый клещ, комплекс садовых листоверток) в настоящее время утратили свой статус, тогда как возросло влияние видов, бывших ранее второстепенными (туркестанский клещ, почковые долгоносики).

11. Установлено изменение погодных условий Крыма за период 1976 г. по 2011 гг. в сторону потепления (с 2000 года СЭТ по Крыму ежегодно превышает среднегодовое значение (1500°C) на 300–420°C) и увеличение продолжительности вегетационного периода на 16–20 дней.

12. Определено, что изменения в технологии возделывания культуры (увеличение количества деревьев на гектар, раннее вступление в плодоношение, короткий срок эксплуатации) повлекло за собой изменение экологических условий в яблоневом агроценозе, емкости экологических ниш и, как следствие, изменение видового состава членистоногих.

13. Доказано, что изменение видового состава происходит преимущественно под влиянием антропогенных факторов, т.к. в результате хозяйственной деятельности человека изменяется емкость экологических ниш, обеспечивающих жизнедеятельность членистоногих. Численность популяций отдельных видов в течение конкретного вегетационного периода в значительной степени зависит от складывающихся погодных условий.

14. Установлено, что в настоящее время изменения видового состава членистоногих в яблоневых садах Крыма происходят преимущественно под воздействием технологии выращивания и системы защиты, а количественного под влиянием погодных-климатических условий.

Эти три основных фактора, как показали результаты ретроспективного анализа за последние полвека претерпели существенные изменения, что в комплексе привело к нарушению сложившихся трофических связей в садовом агроценозе и обусловило качественные и количественные изменения видового состава энтомооофауны и привело к необходимости уточнения видового состава членистоногих.

Список литературы

1. *Васильев В.П., Ливиниц И.З.* Вредители плодовых культур // М.:Колос, 1984.–398 с.
2. *Гродский В.А.* Причины и факторы динамики видового состава вредителей в садах разных форм собственности в степной зоне Украины В.А. Гродский //Интегрований захист рослин на початку ХХІ століття: мат.міжнар. н.-п.конф., К., 2004.– С.58–61.
3. *Дрозда В.Ф.* Биологические принципы организации экологически безопасной системы защиты сада: оригинальные технологии // Интегрований захист плодовых культур і винограду: мат.міжнар. симп. –Ужгород, 2000.– С. 46–51.
4. *Зубков А.Ф.* Агробиоценологическая фитосанитарная диагностика // С. – Пб., Пушкин, 1995.– 386 с.
5. *Митрофанов В.И.* Экологическое решение проблемы защиты искусственных древесных фитоценозов в Крыму // Сб. науч. трудов ГНБС.– Ялта, 1991.–Т. 111.– С. 7–24.
6. *Митрофанов В.И., Балькина Е.Б., Трикоз Н.Н. и др.* Интегрированные системы защиты плодовых и субтропических культур. Методические рекомендации // Ялта, 2004.– 45 с.
7. *Николаева З.В.* Динамика структуры комплекса чешуекрылых (*Lepidoptera*) – вредителей яблони в условиях Северо-Запада России // 12-й съезд русского энтомолог. общ-ва: тезисы докл. – С.-Пб.– 2002.– С. 256–257.
8. *Николаева З.В.* Комплекс чешуекрылых вредителей яблони Северо-Запада России (характеристика, закономерности формирования, методы ограничения численности): автореф. дис. на соиск. уч. степени доктора биол. наук по спец. 03.00.09 – «энтомология» /З.В. Николаева. – С-Пб. (Пушкин), 2003.– 45 с.
9. *Одум Ю.* Экология // Москва: Мир, 1986.– Т. 2.– С. 119–154.
10. Отчеты по НИР сотрудников отдела защиты растений Н.И. Петрушовой и Г. В. Медведевой за 1976-1989 гг.–Ялта-НБС-ННЦ.–1976 – 1989 гг.
11. *Рафальский А.К.* Закономерности заселения вредителями молодых садов в южной степи Украины // IX съезд Всесоюз. энтомолог. общ-ва: тезисы докл. – К.: Наукова думка, 1984.– Ч. 2. – С. 122.
12. *Рафальский А.К.* Внутри-и межпопуляционные отношения листогрызущих насекомых в синузии отдельного дерева яблони // Экология и таксономия насекомых Украины: сб. науч.тр.–К.: Наук.думка, 1988.– С. 4–11.
13. *Сторчевая Е.М., Черкезова С.Р.* Экологизация защиты сада // Защита и карантин растений. – 1999. – № 4. – С.30.
14. *Сторчевая Е.М.* Обоснование биологизации защиты от вредителей в адаптивно-ландшафтном садоводстве юга России: автореф. дисс. на соиск. уч. степени доктора биол. наук. по спец. 06.01.11 – «защита растений»– Краснодар, 2002. – 48 с.
15. *Черний А.М.* Концептуальні основи інтегрованого захисту плодового саду від шкідників // Захист і карантин рослин.–2007.– Вип. 53.– С. 390 – 402.
16. *Чернышев В.Б.* Экология насекомых // М.: Изд-во МГУ, 1996. – 304 с.
17. *Шитт П.Г.* Учение о росте и развитии плодовых и ягодных растений // М.: Сельхозгиз, 1958.– С. 186–199.
18. Экологизированная защита растений в овощеводстве, садоводстве и виноградарстве / [под. ред. доктора с.-х. наук, проф. Д.А. Шпаара.]– Книга 2.–С.-Пб. – Пушкин, 2005.– 510 с.
19. *Rurota H.* Dynamics of populations and evolution of scheme of vital cycles of phytophagus insects // Nihon Seitai Gakkaishi= Jap. J. Ecol.- 2001.– 51.– № 2. – P. 131 – 136 (япон).

Balykina E.B. Theoretical and environmental aspects of entomoacarocomplex in apple garden

// Works of Nikit. Botan. Gard. – 2016. – Vol. 142. – P. 12-43.

Theoretical basis of entomoacarocomplex formation in apple orchards were summarized in terms of the research. Species composition of entomoacarocomplex is determined by ecological peculiarities of agrosystem in apple orchards and principal periods of apple ontogenesis, its formation is effected by climatic conditions, cultivation technologies and protection system. The way of these factors changing and their effect on qualitative and quantitative composition of entomoacarofauna was identified as well. Entomoacarocomplex formation was divided into 5 stages. At the same time the main groups of ecological niche of insect and mites habitat were determined.

Key words: *apple garden, entomoacarocomplex, formation regularities*