

ВИДОВОЙ СОСТАВ И БИОРЕГУЛЯТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭНТОМОФАГОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТЬЮ ВРЕДИТЕЛЕЙ КАРТОФЕЛЯ (*Solanum tuberosum* L.)*

И.С. АГАСЬЕВА, В.Я. ИСМАИЛОВ, М.В. НЕФЕДОВА, Е.В. ФЕДОРЕНКО

Энтомоакарифаги считаются одними из наиболее значимых регуляторов численности вредителей сельскохозяйственных культур. Так, для борьбы с колорадским жуком (*Leptinotarsa decemlineata* Say), супердоминантным видом, повреждающим наземную часть картофеля, в ряде европейских стран были интродуцированы хищные клопы подсемейства *Asopinae* — *Perillus bioculatus* Fabr., *Podisus maculiventris* Say, *Oplomus nigripennis* var. *pulcher* Dull. и паразитические мухи *Doryphorophaga*. В настоящей работе был изучен видовой состав энтомофауны ценоза картофеля (*Solanum tuberosum* L.), а также динамика численности популяций вредных и полезных видов в зависимости от абиотических и биотических факторов среды. Наблюдения проводились на посадках картофеля в 2009-2014 годах в Крымском, Славянском, Красноармейском, Динском и Северском районах Краснодарского края. За период исследования было обнаружено 35 видов, относящихся к 16 семействам 7 отрядов насекомых. Выявлено 6 видов тлей (*Homoptera*, *Aphididae*): крушинная (*Aphis nasturtii* Kalt.), обыкновенная картофельная (*Aulacorthum solani* Kalt.), персиковая (*Myzodes persicae* Sulz.), свекловичная, или бобовая (*Aphis fabae* Scop.), большая картофельная (*Macrosiphum euphorbiae* Thom.), бахчевая, или хлопковая тля (*Aphis gossypii* Glov.). Из 6 видов божьих коровок наиболее часто встречались семиточечная (*Coccinella septempunctata* L.), 14-точечная (*Propylaea quatuordecimpunctata* L.) божьи коровки и гармония (*Harmonia axyridis* Pallas). Наиболее представительными из отряда *Hemiptera* были хищные клопы сем. *Pentatomidae*. Установлен феномен акклиматизации хищного клопа периллюса *Perillus bioculatus* Fabr. на юге России, который представляет большой интерес для биологического контроля колорадского жука. Выявлена синхронность выхода перезимовавших стадий колорадского жука и его энтомофагов — *Perillus bioculatus* Fabr., *Zicrona caerulea* L. и других хищных азопин. Однако в начале вегетации природная популяция периллюса из-за низкой численности не всегда может сдерживать вредителя, для чего проводился выпуск лабораторной популяции периллюса совместно с подизусом, которые в дальнейшем в течение вегетации контролировали численность колорадского жука. Подизус развивался на картофеле и по достижении имагинальной стадии не покидал стацию, а продолжал питаться колорадским жуком и откладывать яйца. Благодаря наличию оптимального корма (яйца колорадского жука) численность периллюса возросла до 0,6 экз/куст, а число яйцекладок колорадского жука сократилось до 0. Также была изучена чувствительность энтомофагов вредителей пасленовых культур к химическим и биологическим препаратам. Выявлена несовместимость энтомофагов периллюса и подизуса с химическими инсектицидами, в то время как применение биологических препаратов (битоксициллин и фитоверм) могут быть совместимы с хищными клопами. Таким образом, начиная с 2008 года, когда был установлен феномен акклиматизации клопа *P. bioculatus* в Краснодарском крае, он сумел хорошо адаптироваться к этим условиям обитания, используя новые источники питания, высокую хищническую и миграционную способность. Изучение природных резерватов хищного клопа периллюса открывает перспективы управления численностью *L. decemlineata* на территории Краснодарского края и Юга России.

Ключевые слова: хищные клопы, энтомофаги, биологическая защита картофеля.

Агроэкосистема представляет собой целостную, исторически сложившуюся биогеоценологическую систему. Проблемы изучения экологии агроэкосистем в настоящее время поставлены в один ряд с продовольственными и социально-экономическими. Актуальной задачей считается совершенствование защиты растений на основе биоценотических исследований с целью снижения экономических расходов и отрицательных последствий применения пестицидов (1-3).

Энтомоакарифаги — одни из наиболее значимых регуляторов численности вредителей сельскохозяйственных культур. В агроэкосистемах

* Работа выполнена при поддержке РФФИ и администрации Краснодарского края в рамках гранта № 13-04-96516.

энтомофаги и энтомопатогены выполняют уникальную средообразующую роль (4). Детальное изучение видового состава насекомых агроценоза имеет важное практическое значение. Биологические методы защиты растений от вредителей и сорняков при сравнительно небольших затратах не только обеспечивают подавление жизнедеятельности вредных видов, но и предупреждают их массовое размножение (5).

Картофель, как и другие пасленовые культуры, из-за высокого содержания в наземной части растений солонина и прочих алкалоидов малопривлекателен для многих растительноядных видов насекомых Палеарктики. К массовым вредителям, повреждающим наземную часть картофеля на Европейском континенте в отдельные годы, особенно в увлажненных районах, относятся тли — *Aulacorthum solani* Kalt., *Myzodes persicae* Sulz. (6). Кроме тлей, на пасленовых культурах встречаются цикадки — переносчики вирусных болезней. В Приморском и Хабаровском крае серьезный вред растениям картофеля наносит 28-точечная картофельная коровка *Epylachna vigintioctomaculata* Motsch. Подземные части картофеля повреждают личинки щелкунов и хрущей. В последние годы на юге страны потери от картофельной моли *Phthorimaea operculella* Zell. достигают 50 % урожая (4).

Супердоминантный вид, повреждающий наземную часть картофеля, — колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say), колонизация Старого Света которым началась 100 лет назад. Вероятно, сформировавшиеся популяции картофельного листоеда разительно отличаются от североамериканских предков, поскольку эволюция вида, проходившая в климатических условиях Евразии, под постоянным пестицидным прессом и при участии других факторов отбора, могла в значительной степени изменить адаптационные способности вредителя (7). На картофельных полях, заселенных колорадским жуком, наблюдается комплекс видов многоядных энтомофагов, которых привлекают высокая численность вредителя и его яйцекладок (8).

Возможность использования биологических средств в борьбе с колорадским жуком рассматривается учеными с тех пор, как он широко распространился на территории США, Канады, а затем и Европы (9). Изучались патогенные микроорганизмы и на их основе разрабатывались микробиологические препараты; проводился отбор энтомофауны для выявления наиболее эффективных паразитов и хищников; осуществлялась интродукция энтомофагов колорадского жука с североамериканского континента.

Энтомологами в ряде европейских стран были интродуцированы хищные клопы подсемейства *Asopinae* — *Perillus bioculatus* Fabr, *Podisus maculiventris* Say, *Oplomus nigripennis* var. *pulcher* Dull. и паразитические мухи *Doryphorophaga*. Накоплен обширный экспериментальный материал по биологии интродуцированных хищников и проведены работы по их акклиматизации на европейской территории (6).

Нами впервые изучена биология и биорегуляторная активность акклиматизированной в Краснодарском крае популяции североамериканского хищного клопа *Perillus bioculatus* Fabr.; выявлены районы акклиматизации энтомофага в Краснодарском крае и Республике Адыгея; установлена возможность эффективного контроля колорадского жука естественной популяцией хищника при полной отмене химических обработок; в полевых условиях изучена чувствительность хищных клопов к биопрепаратам, рекомендуемым для биологического контроля колорадского жука.

Целью настоящей работы было выявление видового состава основных вредителей и комплекса их энтомофагов на посевах картофеля, изучение трофических связей и биорегуляторной активности энтомофагов колорадского жука, исследование влияния абиотических и биотических

факторов среды на численность хищных клопов *Perillus bioculatus* Fabr. и *Podisus maculiventris* Say, а также оценка чувствительности полезных насекомых к пестицидам и биологическим средствам защиты растений.

Методика. Сборы насекомых осуществляли в 2009-2014 годах в Крымском, Славянском, Красноармейском, Динском и Северском районах Краснодарского края на посадках картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сортов Голландка, Удача, Луговской, Аврора с помощью энтомологического сачка, ловушек Малеза и Мерике (10). При отлове и учете крылатых тлей применяли методику В.А. Шмыгли (11).

Показатель доминирующих видов высчитывали по формуле Фасулати (12): $D = k \times 100/K$, где k — сумма всех видов насекомых во всех пробах, K — сумма конкретного вида, 100 — сумма показателей доминирования всех сравниваемых видов.

Таксономическую идентификацию насекомых проводили с использованием определителей и сравнительных энтомологических коллекций (13-19).

В лабораторных условиях клопов *Perillus bioculatus* Fabr. и *Podisus maculiventris* Say содержали при температуре 26 ± 1 °С, влажности воздуха 70-75 % и длине светового дня 16 ч. Для массового разведения личинок хищников использовали кассеты диаметром 30-40 см, в которые помещали до 100 взрослых клопов, окрылившись в течение 1 сут, а также личинок хрущака, обновляемых ежесуточно. Через 10-15 сут молодые самки хищных клопов приступали к откладке яиц. После сбора яйцекладки помещали в такие же кассеты, как и для взрослых клопов, в каждом было до 500 яиц. Через 5-7 сут начинали отрождаться личинки 1-го возраста, которые не питались, поэтому корм им подавался после линьки на 2-й возраст (5, 20, 21).

Полевые наблюдения проводили на опытном участке Всероссийского НИИ биологической защиты растений (ВНИИБЗР) и в хозяйствах органического земледелия Краснодарского края в 2009-2014 годах.

Численность колорадского жука (яйца, личинки, имаго) определяли в расчете на 1 куст картофеля. Для этого осматривали растения, поверхность и верхний слой почвы (12 см). Одновременно подсчитывали численность активных фаз периллюса (личинок и имаго) (22).

Лабораторную популяцию хищных клопов периллюса и подизуса выпускали в количестве 1-2 экз. на 1 куст картофеля. Для идентификации лабораторной популяции периллюса надкрылья насекомых перед выпуском метили цветной нитроэмалью и в дальнейшем проводили полевые наблюдения с целью определения продолжительности жизни и миграционных способностей хищника. Для предотвращения миграции хищных клопов за участком с растениями картофеля были расположены делянки с томатами и баклажанами, а также проведена летняя посадка картофеля.

Обработку летних посадок картофеля против колорадского жука проводили препаратом Астага (водно-диспергируемые гранулы — ВДГ; 250 г/кг) («Syngenta AG», Швейцария) при норме расхода 0,06 кг/га. Для определения чувствительности хищных клопов к препаратам применяли рекомендуемые против колорадского жука фитоверм (концентрат эмульсии — КЭ, 2 г/л) («Фармбиомед», Россия) с нормой расхода 0,4 л/га, битоксибациллин (порошок — П, биологическая активность БА-1500 ЕА/мг) («Сиббиофарм», Россия) с нормой расхода 3 кг/га. Рабочим раствором биопрепарата обрабатывали опытные делянки с энтомофагами и колорадским жуком, используя ранцевый гидравлический опрыскиватель.

Биологическую эффективность препарата рассчитывали по модифицированной формуле Хендерсона и Тилтона (1955) с поправкой на контроль (12): $V = 100 \% \times [(Op \times Kd)/(Od \times Kp)]$, где V — число выживших

насекомых с поправкой на контроль, %; Оп — число насекомых в опытном варианте после обработки, экз.; Кд — число насекомых в контрольном варианте до проведения опыта, экз.; Од — число насекомых в опытном варианте до обработки, экз.; Кп — число насекомых в контрольном варианте после проведения опыта, экз.

Статистическую обработку результатов проводили по общепринятой методике (23) с применением компьютерной программы Statistica 12.6.

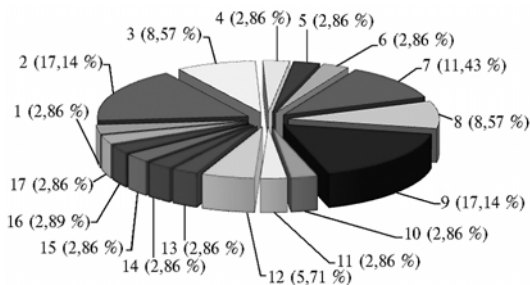
Результаты. За период исследования было выявлено 35 видов насекомых, относящихся к 7 отрядам и 16 семействам (табл.).

Видовой состав насекомых в агроценозе картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в центральной зоне Краснодарского края (Крымский, Славянский, Краснодарский, Динской и Северский р-ны, 2011-2014 годы)

Название	Пищевая специализация	Встречаемость
Отряд Жесткокрылые (<i>Coleoptera</i>)		
Семейство Мягкотелки (<i>Cantharididae</i>)		
Мягкотелка красноногая (<i>Cantharis rustica</i> Fallen, 1807)	X	++
Семейство Божьи коровки (<i>Coccinellidae</i>)		
Семиточечная божья коровка (<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758)	X	++
Адалия (двухточечная) (<i>Adalia bipunctata</i> Linnaeus, 1758)	X	+
Коровка четырехточечная (<i>Harmonia quadripunctata</i> Pontopiddian, 1763)	X	+
Хармония (Harmonia ахуридис Pallas, 1773)	X	++
ПроPILEя 14-точечная (<i>Propylea quatuordecimpunctata</i> Linnaeus, 1758)	X	++
Двадцатидвухточечная коровка, или псиллобора (<i>Psyllobora vigintidupunctata</i> Linnaeus, 1758)	X	+
Семейство Листоеды (<i>Chrysomelidae</i>)		
Колорадский картофельный жук (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say, 1824)	Ф	+++
Гречишный листоед (<i>Gastrophysa polygami</i> Linnaeus, 1758)	Ф	+
Картофельная блошка (<i>Psylliodes affinis</i> Payk.)	Ф	+
Отряд Полужесткокрылые (<i>Hemiptera</i>)		
Семейство Палочковиды коленчатоусые (<i>Berytidae</i>)		
Палочковид комаровидный (клопик комаровидный) (<i>Neides tipularius</i> Linnaeus, 1758)	Ф	+
Семейство Красноклопы (<i>Pyrrhocoridae</i>)		
Красноклоп бескрылый (<i>Pyrrhocoris apterus</i> Linnaeus, 1758)	Ф X	+
Семейство Слепняки (<i>Miridae</i>)		
Травяной клоп (<i>Lygus rugulipennis</i> Poppius, 1911)	Ф	++
Семейство Настоящие щитники (<i>Pentatomidae</i>)		
Щитник ягодный (<i>Dolycoris baccarum</i> Linnaeus, 1758)	Ф	++
Цикрона (Зикрона) голубая (<i>Zicrona caerulea</i> Linnaeus, 1758)	X	++
Зеленый травяной клоп (<i>Palomena prasina</i> Linnaeus, 1761)	Ф	+
Периллюс биокюлятус (<i>Perillus bioculatus</i> Fabricius, 1775)	X	++
Семейство Набиды (<i>Nabidae</i>)		
Клоп-охотник (<i>Nabis ferus</i> Linnaeus, 1758)	X	+
Отряд Равнокрылые (<i>Homoptera</i>)		
Семейство Цикадки (<i>Cicadellidae</i>)		
Цикадка вьюнковая (<i>Hyalesthes obsoletus</i> Signoret, 1865)	Ф	++
Желтоватая цикадка (<i>Empoasca flarescens</i> Fabricius)	Ф	+
Пестрая цикадка (<i>Eupteryx atropunctata</i> Goeze, 1778)	Ф	+
Семейство Афииды, настоящие тли (<i>Aphididae</i>)		
Тля крушинная (<i>Aphis nasturtii</i> Kaltentbach, 1843)	Ф	+++
Обыкновенная картофельная тля (<i>Aulacorthum solani</i> Kaltentbach, 1843)	Ф	+++
Тля свекловичная или бобовая (<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763)	Ф	+
Бахчевая тля, или хлопковая тля (<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877)	Ф	+
Персиковая тля (<i>Myzodes persicae</i> Sulzer, 1776)	Ф	+
Большая картофельная тля (<i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas, 1878)	Ф	+
Отряд Двукрылые (<i>Diptera</i>)		
Семейство Журчалки шелковистые (<i>Syrphidae</i>)		
Сирф перевязанный (<i>Syrphus ribesii</i> Linnaeus, 1758)	X	+++
Семейство Тахины (<i>Tachinidae</i>)		
Ежемуха толстокрылая (<i>Ectophasia crassipennis</i> Fabricius, 1794)	П	+
Отряд Перепончатокрылые (<i>Hymenoptera</i>)		
Семейство Настоящие осы (<i>Vespidae</i>)		
Оса французская (галльская) (<i>Polistes gallicus</i> Linnaeus, 1767)	П	+
Семейство Сцелиониды (<i>Scelionidae</i>)		
Трисолькус Васильева (<i>Trissolcus vassilievi</i> Mayr, 1913)	П	++
Трисолькус большой (<i>Trissolcus grandis</i> Thomson, 1861)	П	++
Семейство Муравьи (<i>Formicidae</i>)		
Муравей черный садовый (<i>Lasius niger</i> Linnaeus, 1758)	X	++

Отряд Сетчатокрылые (<i>Neuroptera</i> , син. <i>Planipennia</i>)		
Семейство Златоглазки (<i>Chrysopidae</i>)		
Златоглазка обыкновенная (<i>Chrysoperla carnea</i> Stephens, 1836)	X	+
Отряд Чешуекрылые (<i>Lepidoptera</i>)		
Семейство Совки (<i>Noctuidae</i>)		
Картофельная совка (<i>Hydraecia micacca</i> Esp.)	Ф	+
Примечание. X — хищник, Ф — фитофаг, П — паразит; «+» — редко, «++» — часто, «+++» — очень часто.		

Наибольшее число видов (по 18,2 %) принадлежало к семействам афидид (*Aphididae*) и божьих коровок (*Coccinellidae*) (рис.). На картофеле встречалось шесть видов тлей: крушинная (*Aphis nasturtii* Kalt.), обыкновенная картофельная (*Aulacorthum solani* Kalt.), персиковая (*Myzodes persicae* Sulz.), свекловичная, или бобовая (*Aphis fabae* Scop.), большая картофельная (*Macrosiphum euphorbiae* Thom.), бахчевая, или хлопковая тля (*Aphis gossypii* Glov.). Наиболее распространены были *A. nasturtii* и *A. solani* (соответственно 53,2-70,1 и 19,9-26,8 % от всех обнаруженных видов).



Соотношение видов насекомых, принадлежащих к разным семействам, в агроценозе картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в центральной зоне Краснодарского края: 1 — Мяготелки (*Cantharidae*), 2 — Божьи коровки (*Coccinellidae*), 3 — Листоеды (*Chrysomelidae*), 4 — Палочковиды коленчатусые (*Berytidae*), 5 — Красноклопы (*Pyrhrocoridae*), 6 — Слепняки (*Miridae*), 7 — Настоящие щитники (*Pentatomidae*), 8 — Цикадки (*Cicadellidae*), 9 — Афидиды, настоящие тли (*Aphididae*), 10 — Журчалки шелковистые (*Syrphidae*), 11 — Настоящие осы (*Vespidae*), 12 — Сцелиониды (*Scelionidae*), 13 — Муравьи (*Formicidae*), 14 — Златоглазки (*Chrysopidae*), 15 — Совки (*Noctuidae*), 16 — Набиды (*Nabidae*), 17 — Тахины (*Tachinidae*) (Крымский, Славянский, Красноармейский, Динской, Северский р-ны, 2011-2014 годы).

Было выявлено 18 видов фитофагов и 15 видов хищных и паразитических насекомых, что составляло соответственно 54,5 и 45,5 %.

Особое внимание в наших исследованиях было уделено хищным клопам-азопинам — регуляторам численности доминирующего вредителя, колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say, и в первую очередь акклиматизировавшемуся на Юге России периллюсу *P. bioculatus* Fabr.

С 1966 года *P. bioculatus* неоднократно завозился в европейские страны (Бельгию, Францию, Германию, Италию, Россию, Словакию, Украину, бывшую Югославию) (24-26) с целью акклиматизации и естественного регулирования численности *L. decemlineata* Say, поскольку вредитель быстро приобрел устойчивость ко многим пестицидам (27).

Ранее (2008 год, данные не представлены) при обследовании зарослей амброзии полыннолистной (на территории ВНИИБЗР), оставленной

Из шести видов божьих коровок чаще встречались семиточечная (*C. septempunctata* L.), 14-точечная (*P. quatuordecimpunctata* L.) божьи коровки, а также хармония (*H. axyridis* Pallas). К отряду полужесткокрылых (*Hemiptera*), семействам настоящих щитников (*Pentatomidae*) и набид (*Nabidae*) относились 15,2 % видов, среди которых три вида — хищники (периллюс *Perillus bioculatus* Fabr., цикрона голубая *Zicrona caerulea* L., клоп-охотник *Nabis ferus* L.), 2 вида — фитофаги (щитник ягодный *Dolycoris baccarum* L., зеленый травяной клоп *Palomena prasina* L.). Семейства цикадок (*Cicadellidae*) и листоедов (*Chrysomelidae*) включали по три вида (или по 9,1 %). Еще десять семейств были представлены одним видом (3,0 %).

на поле люцерны в качестве резервата амброзиевого листоеда *Zygogramma suturalis* Fabr., были обнаружены многочисленные личинки периллюса (от 10 до 20 экз/м²), активно питающиеся гербифагом. Это вызвало большой интерес к хищнику, который, очевидно, самостоятельно акклиматизировался и распространился в агроэкосистемах Юга России, что могло быть использовано для контроля гербифагов. Оказалось, что при естественном стациональном перераспределении хищника на сопредельные посадки картофеля соотношение численности приллюса и колорадского жука 1:9-1:15 (до 10 яйцекладок и 10-15 личинок на куст) достаточно для практически полной элиминации вредителя. При этом амброзиевый листоед служит кормовой базой для хищного клопа, экологическая и экономическая роль которого значительно выше. Сравнение активности периллюса и подизуса против колорадского жука показало, что, несмотря на более высокую агрессивность личинок подизуса, он уступает периллюсу по пролонгированному эффекту: *P. maculiventris*, как и большинство азопин, предпочитает кустарниково-древесные стадии и по достижении имагинальной стадии покидает посадки картофеля, а *P. bioculatus* продолжает на них питаться, откладывать яйца и размножаться. В дальнейшем (начиная с 2009 года) мы изучили закономерности стационального распределения хищных клопов-азопин в агроценозах пасленовых культур, а также факторы, необходимые для активизации и воспроизводства *P. bioculatus* в природных условиях.

Для оценки кормовой базы периллюса осуществляли синхронный учет численности клопа и его жертв (колорадского жука и амброзиевого листоеда) и установили ее определяющую роль в динамике численности энтомофага. Снижение численности этих гербифагов на полях ВНИИБЗР привело к существенному уменьшению плотности популяции *P. bioculatus*: в 2008-2009 годах она достигала 20-30 экз/м², в 2011-2014 годах были отмечены только единичные особи (20). Другим по значимости фактором оказалась регулирующая роль энтомофагов. В разные годы отмечалось значительное заражение яйцекладок периллюса (5-28 %) паразитами-яйцедами *Trissolcus vassilievi* Mayr и *Trissolcus grandis* (Hymenoptera: Scelionidae), а также имаго (8-15 %) — мухами-фазиями (подсем. *Phasiinae*, сем. *Tachinidae*).

Что касается сроков развития периллюса, амброзиевого листоеда и колорадского жука, то в 2010 году из-за холодной весны первые особи амброзиевого листоеда появлялись в последней декаде апреля, перезимовавший клоп периллюс — в начале мая, в то же время обнаруживали первых перезимовавших колорадских жуков. Периллюс был представлен только красной феноформой. Другие феноформы появились в начале июня, когда стабилизировался температурный режим. Наиболее предпочтительным кормом для периллюса были кладки яиц колорадского жука, но он также активно питался личинками и имаго. В 2013 году благоприятные условия зимовки для периллюса (ранняя и теплая весна) позволили синхронизировать циклы развития хищного клопа и колорадского жука. Биологическая эффективность естественной регуляции численности 1-й генерации вредителя на опытном участке достигла 95-99 %. Из 54 учетных яйцекладок только одна не была уничтожена хищником. То есть оказалась подавлена самая ранняя стадия развития колорадского жука (стадия яйца) и не допущено развитие вредящей стадии — личинки.

В 2014 году появление первых особей периллюса было зафиксировано 3 мая (одновременно с выходом перезимовавшей генерации колорадского жука). В весенний период установилась теплая погода (температура I декады мая превышала среднюю многолетнюю на 2,3 °С) и сложились благоприятные условия для размножения колорадского жука, численность

которого значительно превысила экономический порог вредоносности (ЭПВ). Численность природной популяции периллюса оказалась невысокой и недостаточной для контроля вредителя. В то же время дополнительно выпущенная лабораторная популяция периллюса проявила активность: насекомые эффективно сокращали численность колорадского жука, спаривались, откладывали яйца. Периллюс не покидал стацию на протяжении примерно 1 мес (единичные экземпляры лабораторной популяции обнаруживались в течение 40 сут с даты выпуска). Иными словами, в течение такого времени лабораторная популяция периллюса будет находиться на защищаемом участке при наличии корма (колорадского жука) и отсутствии химических обработок. Применение лабораторной популяции позволило получить пролонгированный защитный эффект за счет появления второго поколения лабораторной и природной популяций хищника.

В начале III декады мая численность имаго и число яйцекладок колорадского жука составляли около 0,3 экз/куст при показателе для природной популяции периллюса 0,4 экз/куст. Благодаря наличию оптимальной кормовой базы (яйца колорадского жука) численность периллюса к концу мая возросла до 0,6 экз/куст, а число яйцекладок колорадского жука сократилось до 0. Такой показатель сохранялся до III декады июня. Кормом периллюса в этот период были немногочисленные новые яйцекладки (были обнаружены только выпитые), имаго и личинки колорадского жука, численность которого постоянно сокращалась и к середине июля составила 0,07 экз/куст.

На расстоянии 20-25 м от участка биологического контроля располагались делянки с летней посадкой картофеля, где против колорадского жука применялись химические обработки препаратом Actara. Обработка сдерживала численность колорадского жука на 95-98 % и приводила к практически полной гибели природной популяции периллюса. Через 2 нед после обработок этим препаратом происходило повторное заселение картофеля вредителем (имаго — 0,3 экз/куст, яйцекладки — 0,1-0,4 экз/куст).

Появление яйцекладок на поздней посадке картофеля обеспечило периллюса кормовой базой. В то же время на весенней посадке наблюдалось снижение численности периллюса, что было связано с прогрессирующей элиминацией кормового ресурса — всех преимагинальных стадий колорадского жука.

Для интеграции биологических средств защиты растений изучили чувствительность хищных клопов к биологическим препаратам. Фитоверм был малотоксичен для имаго и личинок старших возрастов подизуса (гибель не превышала 15 %) и среднетоксичен для личинок младших возрастов (гибель составила 47-60 %). Битоксибациллин при норме расхода 3 кг/га не оказывал токсического действия на имаго и большинство преимагинальных стадий периллюса, за исключением личинок младших возрастов, гибель которых при норме расхода 1,5 кг/га составляла около 50 %.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что эффективность биологической защиты картофеля может быть повышена посредством синхронизации фенологии колорадского жука и периллюса. Это достигается более поздней посадкой картофеля и дополнительной интродукцией хищных клопов или обработкой биопрепаратами, которые не снижают эффективность энтомофагов.

Наблюдения за развитием лабораторной популяции подизуса в полевых условиях на участке с весенней посадкой картофеля показало, что хищник активно сокращал численность вредителя. В результате были получены новые данные о миграции хищника, а также длительности пребы-

вания подизуса на опытном участке. Удалось определить, что решающим фактором, влияющим на скорость и дальность миграции личинок подизуса, служит кормовая база, что подтверждают опыты Н.А. Филиппова с соавт. (28). Подизус равномерно расселялся по всей площади участка и оставался там после окрыления, что наблюдалось впервые за многолетние исследования: обычно после имагинальной линьки хищник покидал картофель (вероятно, как уже отмечалось, из-за предпочтения древесно-кустарниковых стадий). В литературе неоднократно отмечалась гигрофильность подизуса (29). Описано стремление этого вида находиться на увлажненных участках независимо от наличия корма (6) и преобладающее значение положительного гигротаксиса в выборе предпочитаемых условий (30, 31). В наших опытах в июне-июле 2014 года, когда подизус достиг стадии имаго, количество осадков действительно превысило среднемноголетнее.

В 2014 году новые географические популяции периллюса были обнаружены в Усть-Лабинском и Абинском районах Краснодарского края. Географические популяции периллюса, выявленные нами ранее в ряде районов Кубани, Адыгеи, Ростовской области (19, 20, 32), и сообщения об обнаружении хищника в Молдавии, Украине (33-35) и других странах — Болгарии (36), Греции (37), Турции (37-39), Сербии (40) и Индии (41) позволяют сделать предположение об акклиматизации энтомофага на обширной территории Евразии.

Таким образом, нами изучен видовой состав энтомофауны растений картофеля в Краснодарском крае и выявлена определяющая роль энтомофагов в биоценотической регуляции численности фитофагов. Начиная с 2008 года, когда был установлен феномен акклиматизации клопа *Perillus bioculatus* в Краснодарском крае, он сумел хорошо адаптироваться к условиям обитания, используя новые источники питания, высокую хищническую и миграционную способность. Основными биотическими факторами, влияющими на численность периллюса, были кормовая база и паразитическая активность яйцеедов-сцелионид и мух-фазий. При невысокой численности вредителя в начале вегетации возможна защита картофеля естественной популяцией хищного клопа периллюса. Если популяция вредителя превышает экономический порог вредоносности, необходима обработка препаратами фитоверм, битоксибациллин, которые совместимы с энтомофагами, или дополнительный выпуск искусственно размноженных хищных клопов. Изучение природных резерватов хищного клопа периллюса перспективно для разработки приемов управления численностью колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* на территории Краснодарского края и Юга России. В ряде хозяйств Краснодарского края доказана эффективность биологического контроля колорадского жука при полной отмене обработок химическими средствами защиты растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хакимов Ф.Р. Особенности экологии жуков божьих коровок (*Coleoptera, Coccinellidae*) в условиях орошаемых земель Гиссарской долины Таджикистана. Автореф. канд. дис. Душанбе, 2011.
2. Ratnadass A., Fernandes P., Avelino J., Habib R. Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 2012, 32(1): 273-303 (doi: 10.1007/s13593-011-0022-4).
3. Chagnon M., Kreuzweiser D., Mitchell E.A.D., Morrissey C.A., Noome D.A., Van der Sluijs J.P. Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. *Environmental Science and Pollution Research*, 2015, 22(1): 119-134 (doi: 10.1007/s11356-014-3277-x).
4. Исмаилов В.Я., Агасьева И.С., Федоренко Е.В., Нефедова М.В. Изучение видового состава и трофических связей энтомофагов вредителей картофеля. *Наука Кубани*, 2014, 1: 36-39.

5. Злотин А.З. Техническая энтомология. Справочное пособие. Киев, 1989.
6. Гусев Г.В. Энтомофаги колорадского жука. М., 1991.
7. Kolar C.S., Lodge D.M. Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends in Ecology & Evolution*, 2001, 16: 199-204.
8. Гусев Г.В., Коваль А.Г. Биологический метод борьбы с колорадским жуком (Приложение к журналу «Защита растений»). М., 1990.
9. De Clercq P. Dark clouds and their silvei linings: Exotic generalist predators in augmentative biological control. *Neotropical Entomology*, 2002, 31(2): 169-176.
10. Коваленков В.Г., Тюрин Н.М. Распространение, вредоносность и методы подавления колорадского жука на пасленовых культурах в условиях Ставрополя. *Агро XXI*, 2000, 3: 8-9.
11. Шмыгль В.А. Краткое методическое пособие по учету тлей на посадках картофеля. М., 1969.
12. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве /Под ред. В.И. Долженко. СПб, 2009.
13. Определитель насекомых Дальнего Востока СССР. Т. 2. Равнокрылые и полужесткокрылые. Л., 1988.
14. Определитель насекомых Дальнего Востока СССР. Т. 3. Жесткокрылые, или Жуки. Ч. 1. Л., 1989.
15. Определитель насекомых Дальнего Востока СССР. Т. 3. Жесткокрылые, или Жуки. Ч. 2. СПб, 1992.
16. Определитель насекомых Дальнего Востока России. Т. 4. Сетчатокрылообразные, скорпионницы, перепончатокрылые. СПб, 1995.
17. Определитель насекомых Дальнего Востока России. Т. 5. Ручейники и чешуекрылые. Ч. 1-3. Владивосток, 2001.
18. Определитель насекомых Дальнего Востока России. Т. 6. Двукрылые и блохи. Ч. 1, 2. Владивосток, 1999.
19. Исмаилов В.Я., Агасьева И.С. Хищный клоп *Perillus bioculatus* F. Новый взгляд на возможности акклиматизации и перспективы использования. *Защита и карантин растений*, 2010, 2: 30-31.
20. Агасьева И.С., Исмаилов В.Я., Федоренко Е.В., Нефедова М.В. Разведение и применение хищных клопов пентатомид против колорадского жука. *Защита и карантин растений*, 2013, 11: 21-23.
21. Тамарина Н.А. Техническая энтомология. М., 1987.
22. Воронин К.Е., Пукинская Г.А., Новожилов К.В. и др. Методические указания по использованию критериев эффективности природных популяций энтомофагов и энтомопатогенов /Под ред. К.В. Новожилова. М., 1991.
23. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985.
24. Rabitsch W. True Bugs (*Hemiptera, Heteroptera*). Chapter 9.1. *BioRisk*, 2010, 4: 407-403 (doi: 10.3897/biorisk.4.44).
25. De Clercq P. Predaceous stinkbugs (*Pentatomidae:Asopinae*). In: *Heteroptera of economic importance* /C.W. Schaefer, A.R. Panizzi (eds.). Boca Raton, Florida, 2000: 737-789.
26. Rabitsch W. Alien true bugs of Europe (*Insecta:Hemiptera:Heteroptera*). *Zootaxa*, 2008, 1827: 1-44.
27. Wegorek P. Insecticide resistance management strategy for Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) in Poland. *Resistant Pest Management Newsletter*, 2002, 11(2): 22-30.
28. Филиппов Н.А., Воротынцева А.Ф., Стенгач А.С., Тузлуков А.В. Особенности распространения личинок подизуса от точки выпуска на картофеле с высокой численностью колорадского жука. В сб.: Энтомофаги и микроорганизмы в защите растений. Кишинев, 1987: 43-47.
29. Ижевский С.С., Зискинд Л.А. Перспективы использования интродуцированных хищных клопов *Perillus bioculatus* (Fabr.), *Podisus maculiventris* (Say) и *Oplomus nigripennis* var. *pulcher* Dull. (*Pentatomidae:Hemiptera*) против колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (*Chrysomelidae:Coleoptera*). В сб.: Биологическое подавление карантинных вредителей и сорняков. М., 1981: 20-37.
30. Couturier A. Contribution à l'étude biologique de *Podisus maculiventris* Say, prédateur américain du Doryphore. *Ann. Epiphyt. Phytogen.*, 1938, 4(1): 95-165.
31. Numata H. Environmental factors that determine the seasonal onset and termination of reproduction in seed-sucking bugs (*Heteroptera*) in Japan. *Appl. Ent. Zool.*, 2004, 39(4): 565-573 (doi: 10.1303/aez.2004.565).
32. Артохин К.С., Игнатова П.К., Терсков Е.Н. Новые для фауны Ростовской области, в том числе инвазионные, виды насекомых. *Кавказский энтомологический бюллетень*, 2012, 8(2): 199-202.
33. Елисовецкая Д.С., Держанский В.В. Хищный клоп *Perillus bioculatus* F. (*Hemiptera, Pentatomidae*) в Республике Молдова. *Мат. Межд. науч.-практ. конф. «Биологическая защита растений — основа стабилизации агроэкосистем»*. Краснодар, 2014, вып. 8: 145-151.
34. Derjanschi V., Elisovețcaia D., Calestru L. Ploșnița *Perillus bioculatus* F. (*Heteroptera, Pentatomidae*) — prăd torul principal al gândacului de Colorado. *Akademos*, 2013, 4(31): 90-93.
35. Derjanschi V., Elisovețcaia D. Predatory shield bug *Perillus bioculatus* F. (*Hemiptera, Pentatomidae*) in the Republic of Moldova: acclimatization or natural colonization? *Ma-*

- ter. Intern. Conf. of Zooloists «Actual problems of protection and sustainable use of the animal world diversity». Chisinau, 2013, Issue 8: 124-125.
36. Simov N., Langourov M., Grozeva S., Gradinarov D. New and interesting records of alien and native true bugs (*Hemiptera:Heteroptera*) from Bulgaria. *Acta zoologica bulgarica*, 2012, 3(64): 241-252.
 37. Kivan M. Some observations on *Perillus bioculatus* (F.) (*Heteroptera:Pentatomidae*) a new record for the entomofauna of Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 2004, 28(2): 95-98.
 38. Onder F., Karsavuran Y., Tezcan S., Fent M. *Heteroptera (Insecta)* catalogue of Turkey. Meta Basým Matbaacılık Hizmetleri, Ýzmir, 2006.
 39. Fent M., Aktaç N. Die Verbreitung des *Perillus bioculatus* (Fab.) (*Heteroptera:Pentatomidae:Asopinae*) im türkischen Teil Thrakiens. *Heteropteron*, 2007, 25: 7-10.
 40. Proti L.J., Živi N. *Perillus bioculatus* (Fabricius) (*Heteroptera:Pentatomidae*) in Serbia. *Acta entomologica serbica*, 2012, 17(1/2): 23-28.
 41. Prasad C.S., Pal Rishi. First record of two spotted stink bug, *Perillus bioculatus* (Fab.) from Meerut (U.P.) North India. *International Journal of Environmental & Agriculture Research (IJOEAR)*, 2015, 1(3): 9-11.

ФГБНУ Всероссийский НИИ биологической
защиты растений,
350039 Россия, г. Краснодар, 39,
e-mail: dollkaSneba@yandex.ru, vniibrz@mail.kuban.ru

Поступила в редакцию
1 сентября 2015 года

Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2016, V. 51, № 3, pp. 401-410

THE SPECIES COMPOSITION AND BIOREGULATORY ACTIVITY OF ENTOMOPHAGES IN POTATO PEST CONTROL SYSTEM

I.S. Agas'eva, V.Ya. Ismailov, M.V. Nefedova, E.V. Fedorenko

All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection, Federal Agency of Scientific Organizations, 39, Krasnodar, 350039 Russia, e-mail dollkaSneba@yandex.ru, vniibrz@mail.kuban.ru

Acknowledgements:

Supported by Russian Foundation for Basic Research grant № 13-04-96516 and Administration of the Krasnodar Krai
Received September 1, 2015

doi: 10.15389/agrobiology.2016.3.401eng

Abstract

Entomophages are considered one of the most important crop pest regulators. Thus, predatory bugs of the subfamily *Asopinae* — *Perillus bioculatus* Fabr., *Podisus maculiventris* Say, *Oplomus nigripennis* var. *pulcher* Dull. and parasitic flies *Doroforofaga* have been introduced to control the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say), a super-dominant species, damaging the ground part of potato in several European countries. In this paper, the species composition of the insect fauna of potato cenosis has been studied in Crimea, Slavinsky, Krasnoarmeysky, Dinskoy and Seversky regions of Krasnodar Krai in 2009-2014, as well as population dynamics of injurious and beneficial species populations depending on the abiotic and biotic factors. A total of 35 species belonging to 16 families of 7 insect orders were detected during the study period. Six aphid species (*Homoptera, Aphididae*) were identified: buckthorn aphid (*Aphis nasturtii* Kalt.), potato aphid (*Aulacorthum solani* Kalt.), peach aphid (*Myzodes persicae* Sulz.), beet or bean aphid (*Aphis fabae* Scop.), geum aphid (*Macrosiphum euphorbiae* Thom.), and melon or cotton aphid (*Aphis gossypii* Glov.). Of six lady bugs species, the *Coccinella septempunctata* L., *Propylea quatuordecimpunctata* L. and *Harmonia axyridis* Pallas were the most frequent. The predatory bugs of *Pentatomidae* family were the most abundant in the *Hemiptera* order. The acclimatization of predatory stinkbug populations *Perillus bioculatus* F. in the South Russia has been determined, that is of major interest for the biological control of the Colorado potato beetle. The synchronous emergency of overwintered stages of Colorado potato beetle, *Perillus bioculatus*, *Zicrona caerulea* and other *Asopinae* predatory bugs was registered. However, small natural population of *P. bioculatus* Fabr. could not always overcome the pest at the beginning of the vegetation, therefore *P. bioculatus* laboratory population was used together with *Podisus maculiventris* Say population which further control the Colorado potato beetle during the growing season. *P. maculiventris* developed on potato and did not leave solanaceous crops at imago stage continuing to eat Colorado potato beetle and to lay eggs. Due to the optimal feed (eggs of Colorado potato beetle) *Perillus* number increased to 0.6 insects per bush, and the number of Colorado potato beetle eggs was reduced to 0. Also, the sensitivity of the entomophages to chemicals and biologicals was studied. Incompatibility of *Perillus* and *Podisus* with chemical insecticides was detected, while biological agents Bitoksibatsillin and Fitoverm did not affect the predatory bugs. Thus, since 2008, when *P. bioculatus* bug acclimatization in Krasnodar region was found, the bug has managed to adapt well to the new environment due to use new feed, and high predatory and migration ability. The study of predatory bug *Perillus* contributes to *L. decemlineata* control in South Russia.

Keywords: predatory bugs, entomophages, potato, biological protection.