УДК 633.1:632.937.12:632.937.23 doi: 10.15389/agrobiology.2018.5.1070rus

ВОССТАНОВЛЕНИЕ БИОЦЕНОТИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ В ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР С ПОМОЩЬЮ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ПРИРОДНЫХ ЭНТОМОФАГОВ

Ж.А. ШИРИНЯН, М.В. ПУШНЯ, Е.Ю. РОДИОНОВА, Е.Г. СНЕСАРЕВА, В.Я. ИСМАИЛОВ

В современной биологической защите растений предпочтительным становится подход, основанный на регуляции численности вредителей постоянно обитающими в агроценозе или привлекаемыми природными энтомофагами. Этот элемент конструирования сельскохозяйственных ландшафтов подразумевает поиск способов, позволяющих активизировать естественные регуляторные механизмы, в частности оптимизацию севооборотов, формирование искусственных микрозаповедников полезных участников, поддержание флористического биоразнообразия лесополос и их шлейфов, обочин дорог и других природных фитоценозов. К основным регуляторам численность клопа вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.) относятся паразитические перепончатокрылые — яйцееды теленомусы (*Hymenoptera: Platygastroidae: Scelionidae*, подсемейство *Telenominae*). Эта группе энтомофагов вызывает особый интерес, поскольку она наиболее многочисленна не только в ценозе озимой пшеницы, но и на пропашных культурах. В России и других странах, где *E. integriceps* представляет угрозу для зерновых культур, разрабатывались технологии разведения теленомин в лабораторных условиях, но вопросы разведения теленомусов в природных условиях не изучались. Мы впервые разработали технологию массового воспроизводства яйцеедов-теленомин в полевых условиях за счет их привлечения на приманочные полосовые посевы энтомофильного укропа, в которых были созданы условия для размножения *Graphosoma lineatum* L. на кайромонно-кормовых площадках. Основание для этого стали наши многолетние (2006-2018 годы) исследования факторов, определяющих эффективное воспроизводство теленомин в ценозах зерновых культур. Мы выявили основную роль зимующей генерацией яйцеедов, численность которой увеличивается к осени после успешного размножения во второй половине сезона прошлого года, в ограничении популяции вредной черепашки. Показано, что большое значение для обеспечения зимующего запаса теленомусов играют их дополнительные хозяева клопы-щитники (сем. *Pentatomidae*), среди которых наибольшей численности (до 7,20±1,20 экз/м^2) достигал полосатый щитник *G. lineatum* L. Установлено, что оптимальные условия для развития теленомин создают агроценозы подсолнечника и сои и приманочные полосовые посевы энтомофильного укропа (кориандра). Зараженность яиц дополнительного хозяина яйцеедов — *G. lineatum* при использовании кайромонно-кормовых площадок составляет от 52,1±2,2 до 84,9±3,2 %. Применение разработанной технологии в течение 2008-2010 годов позволило в дальнейшем отказаться от использования кайромонно-кормовых площадок как дополнительного устройства для накопления теленомусов. Воспроизводство энтомофагов при этом активно осуществляется благодаря включению в структуру севооборота до 40 % сельскохозяйственных культур, способствующих активизации и воспроизводству популяций аборигенных видов семейства *Scelionidae*. В экспериментальных посевах пшеницы (Краснодарский край, 2011-2017 годы) теленомусы заражали от 53,1±2,7 до 88,2±2,0 % яиц *E. integriceps*, что позволяло исключить применение химических средств против личинок клопа вредная черепашка.

Ключевые слова: фитофаги, *Eurygaster integriceps* Put., клоп вредная черепашка, *Graphosoma lineatum* L., клопы-щитники, энтомофаги, яйцепаразиты, теленомины, воспроизводство, естественные стации, стациальное распределение, злаковые и пропашные культуры, кайромонно-кормовые площадки, биоценотическая регуляция, эффективность.

Экологически ориентированное сельское хозяйство предполагает оптимизацию фитосанитарных мероприятий на основе преимущественного замещения синтетических средств защиты растений (1). Уход от химических пестицидов предусматривает максимальное использование механизмов саморегуляции ценозов с целью снижения численности вредителей (2-4). Природные аборигенные энтомофаги — один из биотических факторов, определяющих стабильность биоценотической регуляции популяций фитофагов в системе биологической защиты (5-9).

Пшеница — ведущая зерновая культура во многих странах, в том числе в России. На юго-западе Северного Кавказа в условиях Краснодарского края посевы озимой пшеница ежегодно занимают более 30 % пашни

(до 1,6 млн га). В агроценозе пшеничного поля на Кубани насчитывается до 30-40 видов фитофагов, включая 18 специализированных, из которых против 7-8 видов ежегодно применяют химические обработки (3, 7-9). Наибольшую угрозу представляет снижающий качество зерна клоп вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.); на обработки против этого вредителя приходится наибольшее количество пестицидов (10-13). Вредная черепашка имеет широкий ареал: распространена в степной зоне и на юге лесостепи России и Украины, на Кавказе, в Албании, Греции, Болгарии, Румынии, Турции, Сирии, Ливане, Иране, Ираке, Афганистане, Пакистане (14).

К наиболее эффективным энтомофагам *E. integriceps* Put. относятся паразиты яйцееды из семейства *Scelionidae* (3, 4, 7, 8, 15). В общем ареале клопа, в том числе на территориях, приближенных к российскому Кавказу на юге, — в Турции, Иране, Ираке (16-20), а также расположенном севернее регионе возделывания пшеницы — в Поволжье (21), описано около 20 видов теленомин преимущественно из родов *Trissolcus* и *Telenomus*. В некоторые годы они способны заражать до 80 % яйцекладок вредителя, но механизмы, регулирующие повышение активности и естественное воспроизводство этой группы паразитов изучены недостаточно (7, 8, 22). В России и других странах в течение многих десятков лет разрабатывались технологии массового разведения теленомин в лабораторных условиях — как на насекомых-хозяевах, преимущественно на полосатом щитнике *Graphosoma lineatum* L., так и на искусственных питательных средах (ИПС) (23-25). Однако этот метод трудоемкий, затратный, энтомофаги развиваются на ИПС на 3-5 сут дольше, чем на насекомом-хозяине (23).

В СССР еще 1940-1975 годы на основании длительного анализа особенностей сезонной колонизации у местных и интродуцированных видов яйцеедов рода *Trissolcus* (*Tr. grandis* Thoms., *Tr. simoni* Mayr и другие) предпринимались попытки масштабного практического использования этих энтомофагов для борьбы с фитофагом, что, однако, не дало положительного результата (25). Наши многолетние исследования (7, 26) показали, что причиной была гибель лабораторных популяций триссолькусов ранней весной из-за присущей им повышенной ксеро- и термофильности.

Существенную роль в поддержании потенциала теленомин семейства *Scelionidae* играют их дополнительные хозяева — клопы-щитники из семейства *Pentatomidae*, обеспечивающие выживание теленомин в естественных условиях до начала и после окончания откладки яиц вредной черепашкой (6, 7, 19). По разным источникам, это представители преимущественно одного семейства полужесткокрылых — *Pentatomidae* (20-30 видов). В известных нам отечественных и зарубежных публикациях приводится лишь видовой состав этих групп полужесткокрылых, тогда как их роль в обеспечении максимальной эффективности теленомусов остается недостаточно изученной (26-29).

Мы впервые установили, что определяющую роль в обеспечении воспроизводства зимующего запаса яйцеедов-теленомин — основных регуляторов численности вредной черепашки в условиях Северного Кавказа играют их дополнительные хозяева клопы семейства *Pentatomidae*, которые постоянно присутствуют в агроценозах сельскохозяйственных культур.

Целью работы было выявление факторов, определяющих в ценозе зерновых культур повышение активности и воспроизводства у яйцеедов-теленомин с учетом особенностей стациального распределения и интенсивности размножения их дополнительных хозяев — клопов-пентатомид.

Методика. Наблюдения (2006-2018 годы) проводили в отношении наиболее распространенных видов клопов-щитников — ягодного (*Dolycoris*

baccarum L.), полосатого (*G. lineatum* L.), остроголового (*Aelia acuminata* L.), черноусго (*Carpocoris fuscispinus* Boh.) и рапсового (*Eurydema oleracea* L), обеспечивающих сохранение и накопление аборигенных популяций яйцепаразитов вредной черепашки (*E. integriceps* Put.), а также доминирующих видов яйцеедов-теленомин клопа-черепашки — *Telenomus chloropus* Thoms., *Tr. grandis* и *Tr. simoni,* регулирующие численность вредителя. Места наблюдений: Центральная зона Краснодарского края (экспериментальный севооборот Всероссийского НИИ биологической защиты растений, участки общей площадью 247 га, 2006-2017 годы); ОАО «Чистая еда» (Крымский р-н, Краснодарский край, участки общей площадью 200 га, 2011-2013 годы); хозяйства юга Ростовской области (участки общей площадью 300 га, 2014-2015 годы). Почвенный фон Центральной зоны Краснодарского края — южные выщелоченные черноземы, метеоусловия в годы наблюдении были в основном типичными для региона: среднемесячная температура 21,7 °С, влажность воздуха 66,9 % с теплой влажной погодой июля (ГТК 0,9-2,2), сухой жаркой — августа (ГТК 0,01-0,10) при сильной засухе в июле-августе (ГТК 0,04-0,20) в 2007 и 2010 году. Для зоны характерно наличие сети полезащитных лесополос. Южная часть Ростовской области относится к степной зоне, почвы — обыкновенные черноземы, метеоусловия типичные для региона: среднемесячная температура 19,6 °С, влажность воздуха 69,9 %.

В полевых экспериментах садки-изоляторы (алюминиевый каркас диметром 20-25 см, высотой 13-15 см, на который натянут сетчатый материал, обеспечивающий свободный доступ теленомусов) применяли в качестве кайромонных кормовых площадок (ККП). Для ограничения перемещения клопов изоляторы закрепляли в верхней части резиновыми кольцами. В ККП на дно помещали по одной поилке с увлажненным ватным тампоном и кормушки с семенами укропа или проростками пшеницы. Используя ККП, определяли численность, видовой состав и места резервации яйцепаразитов вредной черепашки. Живым источником кайромона и яйцекладок служили самцы и самки клопа полосатого щитника *G. lineatum* и вредной черепашки *E. integriceps* из природных популяций. Особей *G. lineatum* отбирали на специальных небольших (до 50 м^2) участках укропа (*Anethum graveolens* L.) или кориандра (*Coriandrum sativum* L.), вредную черепашку — на посевах пшеницы.

Для учета полевой численности имаго и личинок клопов, их видового состава и мест резервации выполняли кошение стандартным энтомологическим сачком диаметром 30 см (30). Зараженность яиц клопов теленоминами и видовой состав последних изучали при индивидуальном и массовом лабораторном выведении паразитов из собранных в полевых условиях яйцекладок фитофагов (30). Места концентрации, видовой состав и численность яйцепаразитов вредной черепашки определяли с помощью ККП, обеспечивающих привлечение теленомусов.

Таксономическую принадлежность теленомин идентифицировали по определителю Зоологического института РАН (г. Санкт-Петербург) (31) при просмотре под бинокулярным микроскопом МБС-10 (увеличение ×8, ОАО «ЛЗОС», Россия). Насекомых содержали в камерах искусственного климата MLR 35 OH («Panasonic», Япония).

Численность клопов-щитников семейства *Pentatomidae* учитывали ежемесячно. Полученные результаты обрабатывали по общепринятым методикам статистического анализа и с применением программы Statistica v.12.6 («StatSoft, Inc.», США) (32). В таблицах представлены средние (*M*) и стандартные ошибки среднего (±SEM).

Кайромонная кормовая площадка, используемая в эксперименте для учета, привлечения и воспроизводства яйцеедов-теленомин клопа-черепашки: 1 — садок-изолятор, 2 — поилка с увлажненным ватным тампоном, 3 — кормушка с семенами укропа.

Результаты. Для привлечения энтомофагов вредной черепашки мы использовали кайромоны, которые рассматриваются в качестве эффективных агентов против этого вредителя (33). В полевых экспериментах по оценке естественного распределения, а также привлечению и воспроизводству теленомин мы применяли специально разработанные кайромонные кормовые площадки (ККП) (рис.).

Многолетний ландшафтно-биотопический мониторинг клопов-щитников на посевах озимой пшеницы (2006-2017 годы) показал, что у представителей семейства *Pentatomidae* особенности биоэкологии в целом сходные. Насекомые зимуют в стадии имаго под пологом древесно-кустарниковых насаждений, преимущественно дуба (*Quercus robur* L.), а также на полях и обочинах дорог под остатками травянистых растений. При среднесуточной температуре выше 11 °С клопы выходили из мест зимовки практически одновременно с вылетом теленомин (за 1 мес до начала яйцекладки у вредной черепашки). Исключение составлял полосатый щитник (*G. lineatum*), который покидал места зимовки при среднесуточной температуре выше 20 °С одновременно с выходом *E. integriceps*. У клопа-черепашки и полосатого щитника циклы развития совпадают, но на пшенице щитник не встречается. Завершив питание на молодых листьях дуба, акации (*Caragana arborescens* L.), ясеня (*Fraxinus excelsior* L.), терна (*Prunus spinosa* L.), клопы-щитники спаривались.

1. Численность (экз./м^2) **клопов-щитников семейства *Pentatomdae* в обследованных агробиоценозах** (*M*±SEM, ВНИИБЗР, г. Краснодар, 2006-2017 годы)

Месяц	*Carpocoris fuscispinus* Boh.	*Dolycoris baccarum* L.	*Aelia acuminata* L.	*Graphosoma lineatum* L.	*Eurydema oleracea* L
Цветущее разнотравье					
Апрель	1,60±0,30	4,04±1,10	0,09±0,09	0,20±0,08	0,70±0,09
Май	1,10±0,50	1,50±0,80	0,90±0,10	0,40±0,03	0,20±0,07
Июнь	0,70±0,40	3,03±1.10	0,40±0,25	0,50±0,07	0,02±0,10
Июль	–	–	–	0,70±0,16	0,70±0,09
Озимый рапс					
Апрель	0,02±0,10	0,70±0,15	0,20±0,09	–	1,07±0,70
Май	0,10±0,07	0,20±0,10	0,10±0,09	–	1,03±0,65
Озимая пшеница					
Апрель	0,10±0,08	0,20±0,10	0,30±0,10	–	0,10±0,07
Май	0,30±0,11	1,00±0,15	1,20±0,20	–	0,10±0,07
Июнь	0,20±0,09	0,90±0,17	1,50±0,20	–	–
Кукуруза					
Июль	0,10±0,06	0,80±0,10	–	–	–
Подсолнечник					
Июль	0,10±0,08	0,50±0,09	–	–	–
Август	–	0,10±0,08	–	–	–
Соя					
Июль	0,10±0,07	0,06±0,23	–	–	–
Август	0,01±0,08	030±0,11	–	–	–
Энтомофильные культуры (укроп, кориандр)					
Май	–	–	–	0,60±0,11	–
Июнь	–	0,30±0,11	–	3,30±0,75	–
Июль	0,10±0,06	0,30±0,12	–	7,20±1,20	–

Примечание. Прочерк означает, что щитников на растениях не регистрировали.

В период формирования половых продуктов (обычно II декада апреля) клопы в шлейфовых зонах лесополос заселяли дикорастущие растения из разных ботанических семейств — Сложноцветные (*Asteraceae*), Яснотковые (*Lamiaceae*), Гвоздичные (*Caryophyllaceae*), Крестоцветные (*Brassicaceae*) и Злаковые (*Poaceae*), питаясь их генеративными органами. На этих участках численность клопов-щитников многократно превышала аналогичную для культурной стации — в посевах раннецветущего озимого рапса (табл. 1). При благоприятных погодных условиях у большинства клопов-щитников в конце апреля начиналась яйцекладка, которая переходила в массовую уже в ценозе озимой пшеницы. Полосатые щитники развивались на цветущих зонтичных растениях, рапсовый клоп — на озимом рапсе (численность *E. oleracea* была во все годы наблюдений невелика, поэтому зараженность его яйцекладок мы не определяли).

Из-за более ранней яйцекладки клопов-щитников, которая начинается на 7-10 сут раньше, чем у клопа-черепашки, резко увеличивалась численность яйцепаразитов (в 5 раз и более) и заселенность их первой генерацией прилегающих к полезащитным насаждениям посевов пшеницы, что позволяло перезимовавшим популяциям теленомин дождаться появления яиц *E. integriceps*. Тем самым в какой-то мере преодолевалась асинхронность в развитии паразитов и их хозяина, что повышало эффективнось сцелионид (7, 26).

Заселение клопами-щитниками озимой пшеницы начиналось в фазу выхода в трубку (фаза по Zadoks scale — Z 31-35). Для биоценоза пшеницы в Краснодарском крае характерны 6 видов пентатомид, из них наиболее многочисленны щитник остроголовый (*A. acuminata*), ягодный (*D. baccarum*) и черноусый (*C. fuscispinus*), при этом остроголовый клоп раньше других щитников (на 7 сут) заселял пшеницу и позже (на 14 сут) заканчивал яйцекладку (26). Циклы развития и характер вредоносности у ягодного и черноусого клопов практически совпадают. Клопы-щитники вызывают белоколосость и недоразвитие колоса, а позднее изменение физиологических свойств зерна (34, 35).

2. Зараженность яиц вредной черепашки (*Eurydema integriceps* Put.) и клопов-щитников семейства *Pentatomidae* теленоминами рода *Trissolcus* на посевах озимой пшеницы (*M*±SEM, ВНИИБЗР, г. Краснодар, 2007-2013 годы)

Фаза развития пшеницы (по Zadoks)	Проанализировано яиц, шт.	Заражено паразитами	
		всего, шт.	%
Вредная черепашка			
Z 31-35	140,0±6,7	99,0±2,5	70,7±4,4
Z 50-59	610,0±5,5	521,0±7,5	85,4±3,2
Z 70-75	590,0±4,8	557,0±3,3	94,4±3,6
Z 75-80	260,0±3,2	244,0±5,0	93,8±5,1
Клопы-щитники (в период яйцекладки клопа-черепашки)			
Z 31-35	70,0±2,6	25,0±1,7	35,7±4,4
Z 50-59	70,0±4,1	28,0±2,2	40,2±2,4
Z 70-75	90,0±3,9	41,0±1,5	45,6±3,7
Z 75-80	250,0±3,1	201,0±7,2	80,4±3,6
Клопы-щитники (после окончания яйцекладки клопа-черепашки)			
Z 75-80	510,0±6,7	470,0±5,9	92,1±4,8
Z 80-90	710,0±7,8	610,0±6,3	85,9±4,1

Примечание. Процент заражения — показатель УЭЭ (уровень эффективности энтомофагов).

Численность клопов-пентатомид в ценозе озимой пшеницы в период наших наблюдений не достигала экономического порога вредоносности (3,0-3,5 экз/м^2) вследствие активности их естественных врагов — яйцеедов-сцелионид. Паразиты заражали до 80,4±3,6 % яиц щитников и до 93,8±5,1 % яиц *E. Integriceps* (табл. 2). Первые яйцекладки как щитников, так и вредной черепашки были на 80-100 % заражены гигрофильны-

ми видом *T. chloropus* Thorns. После окончания яйцекладки вредной черепашкой развитие яйцеедов III генерации (фазы восковой и полной спелости зерна — Z 75-90) продолжалось на яйцах дополнительных хозяев — клопов-щитников родов *Dolycoris*, *Aelia*, *Carpocoris*. Зараженность их яиц теленоминами в отсутствие яйцекладок основного хозяина достигала 92,1±4,8 %. Такие значения регистрировали в течение практически всего периода наблюдения (см. табл. 2).

Важное условие развития теленомин — присутствие яиц их дополнительных хозяев в других стациях (24, 28, 29). Отмечая этот факт, авторы, однако, не определяли, какие условия способствовали сохранению энтомофагов, по сути ограничившись анализом таксономической структуры описываемых групп насекомых. Лишь в некоторых работах сообщается о заражении до 30 % яиц у рода *Dolycoris* (18, 28). Мы показали, что по окончании уборки зерновых культур клопы-щитники в поисках корма мигрировали на пропашные культуры и посадки с разнообразной цветущей травянистой растительностью. Самыми привлекательными для пентатомид в указанные сроки были подсолнечник и соя в период их бутонизации—цветения, для полосатого щитника — посевы энтомофильного укропа (кориандра) и в меньшей степени медоносные зонтичные растения. В биоценозах этих культур наиболее интенсивно формирования зимующего запаса теленомусов. В среднем число яиц полосатого щитника в расчете на одну ККП составило от 1170,0±6,5 до 2460,0±8,3 шт., из них зараженными яйцепаразитами были от 610,0±4,4 до 2090±7,3 шт. (от 52,1±2,2 до 84,9±3,2 %) (табл. 3). Бóльшую зараженность яйцекладок теленоминами отмечали около посевов энтомофильного укропа — 2090±7,3 из 2460 ±8,3 шт. (84,9±3,2 %).

3. Зараженность яиц полосатого щитника (*Graphosoma lineatum* L.) теленоминами рода *Trissolcus* на кайромонно-кормовых площадках, обеспечивающих оптимальные условия для привлечения и воспроизводства теленомусов (*M*±SEM, ВНИИБЗР, г. Краснодар, 2006-2010 годы)

Культура	Отложено яиц, шт.	Заражено теленоминами	
		всего, шт.	%
Подсолнечник	2440,0±7,2	140,0±3,0	57,4±3,0
Кукуруза	1170,0±6,5	610,0±4,4	52,1±2,2
Соя	1790,0±7,9	1080,0±6,9	60,3±4,2
Укроп, кориандр	2460,0±8,3	2090,0±7,3	85,0±3,2

Примечание. Процент заражения — показатель УЭЭ (уровень эффективности энтомофагов).

Реактивация яйцеедов и их разлет на поля ранней весной происходили при более низкой температуре (11-12 °С), чем начало яйцекладки вредной черепашки (20 °С), что приводило к гибели значительной части перезимовавших яйепаразитов (6, 26). Как показали наши исследования, в этот период выживанию теленомин способствует наличие в местах их обитания цветущих растений (их нектаром насекомые питаются), поэтому наиболее высокую зараженность яиц щитников теленоминами на ККП отмечали в посевах пшеницы, расположенных рядом с цветущим дикорастущим разнотравьем (3, 7, 26). Поэтому очень важно сохранять нетронутыми краевые зоны лесополос с травянистой растительностью в качестве мест зимовки, питания и размножения энтомофагов и тех фитофагов, которые могут быть дополнительными хозяевами энтомофагов (3, 6, 7, 36).

По нашим данным, численность сцелионид на зерновых культурах можно увеличить посредством создания их дополнительных резерватов при выращивании в севооборотах энтомофильного укропа для накопления полосатого клопа-щитника. Для этого в 2008-2010 мы апробировали метод массового воспроизводства яйцепаразитов вредной черепашки на участках энтомофильного укропа в полевых условиях. Оригинальность подхода за-

ключалась в том, что на укропе происходило синхронное размножение яйцеедов и их дополнительного хозяина — *G. lineatum*. Предложенная технология заключалась в следующем. Полосовые участки энтомофильного укропа, на которых во время развития летней генерации полосатого щитника (июль—август) устанавливали ККП в ряд через 10 м (из расчета одна ККП энтомофагов для защиты 4 га посевов пшеницы), размещали вблизи мест перезимовки и постоянного размножения теленомин и их дополнительного хозяина, а именно у древесно-кустарниковых насаждений, плодовых садов, посевов пропашных культур — кукурузы, сои, подсолнечника. Массовое разведение теленомусов в естественных ценозах включало получение насекомого-хозяина — поливольтинного клопа полосатого щитника при выращивании энтомофильного укропа (или кориандра), обеспечивающего привлечение и накопление клопа; массовое воспроизводство паразитов-энтомофагов в ККП, размещенных в агроценозах пропашных культур (кукурузы, сои, подсолнечника) и на приманочных участках укропа (кориандра) (для сохранения и увеличения зимующего запаса энтомофагов); выращивание культур-нектароносов (фацелии, кориандра, фенхеля) для дополнительной подкормки яйцеедов; тестирование способности разводимых паразитов контролировать вредителя — клопа вредную черепашку. Отметим, что в проведенных ранее исследованиях (5, 8, 22, 27, 28) не показана возможность разведения сцелионид за счет обеспечения полевых условий, благоприятствующих размножению и сохранению их дополнительных хозяев. В ряде работ предлагался массовый выпуск энтомофагов, выращенных в лаборатории, но их эффективность часто не превышала 50 % (6, 24).

Интенсивное применение разработанной технологии в течение 2008-2010 годов позволило в дальнейшем отказаться от ККП для дополнительного накопления теленомусов. Воспроизводство энтомофагов осуществляется за счет поддержания в структуре севооборота 37-40 % пропашных, энтомофильных и нектароносных культур, благодаря чему активизируются популяции аборигенных видов семейства *Scelionidae*. В течение последних 9 лет в экспериментальном севообороте (ВНИИБЗР) теленомусы заражали от 53,1±2,7 до 88,2±2,0 % яиц вредной черепашки, что позволяет исключить все обработки препаратами против личинок клопа в фазу молочной спелости зерна (такие обработки рекомендованы при зараженности яйцекладок ниже 40-50 %) (табл. 4). Число личинок клопа, отродившихся из незараженных яиц, не превышало в среднем 2,1 экз/м^2.

4. Пролонгированное эффект биоразнообразия культур в севообороте при поддержании естественного воспроизводства популяций теленомусов семейства *Scelionidae* на посевах озимой пшеницы (*M*±SEM, контрольные кайромонно-кормовые площадки, ВНИИБЗР, г. Краснодар, 2010-2018 годы)

Год	Яйцекладки вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.)		
	отложено яиц в ККП, шт.	из них заражено теленоминами	
		всего, шт.	%
2010	280,0±4,1	210,0±3,2	75,0±1,8
2011	380,0±4,2	240,0±2,6	63,1±3,3
2012	340,0±5,1	210,0±3,8	61,7±4,0
2013	360,0±5,0	290,0±6,1	80,5±2,2
2014	510,0±3,1	450,0±4,4	88,2±2,0
2015	490,0±4,6	260,0±5,1	53,1±2,7
2016	560,0±4,1	360,0±4,3	64,2±1,9
2017	550,0±2,9	420,0±3,8	76,3±3,1
2018	520,0±4,5	405,0±1,9	77,8±2,6

Примечание. Процент заражения — показатель УЭЭ (уровень эффективности энтомофагов).

Элементы технологии (севообороты с подсолнечником и соей, полосовые посевы энтомофильного укропа) в 2011-2013 годах прошли про-

изводственную апробацию в Краснодарском крае (ОАО «Чистая еда», Крымский р-н) и 2014-2015 годах в Ростовской области (КФХ «Биохутор», Таганрогский р-н, СПК «АФ Новобатайская», Кагальницкий р-н). После 2-3 лет использования предлагаемых приемов зараженность яйцекладок *E. integriceps* теленоминами составляла 45,5-69,0 % независимо от погодных условий. В каждом хозяйстве площади химических обработок против вредителя сократились в среднем на 500 га. При этом численность его имаго и личинок оставалась ниже экономического порога вредоносности (не более 1,8 экз/м^2).

Таким образом, мы показали, что в естественных условиях сохранение и воспроизводство основных яйцеедов-теленомин с участием их дополнительных хозяев — клопов-щитников обеспечивается включением в севооборот пропашных и энтомофильных культур. Это позволило впервые сформировать, а впоследствии, постоянно высевая в севообороте пропашные, энтомофильные и нектароносные культуры, поддерживать в агроэкостемах так называемую природную биолабораторию для восстановления естественных биоцентической регуляции численности фитофага энтомофагами в посевах пшеницы. В такой природной биолаборатории во второй половине летнего сезона происходит активизация и воспроизводство зимующего запаса теленомусов. Предложенная технология используется в течение 9 лет, обеспечивает заражение до 88,2 % яйцекладок клопа вредная черепашка яйцеедами из семейства *Scelionidae*, что позволило полностью отказаться от химических обработок против вредителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Тютерев С.Л., Нефедова Л.И. Новая парадигма развития защиты растений и ее концептуальное научно-практическое решение. *Вестник защиты растений*, 2016, 89(3): 126-127.
2. Стамо П.Д., Войсковой А.И., Ченикалова Е.В., Скребцова Т.И. Как добиться высокого качества зерна. *Защита и карантин растений*, 2009, 6: 16-18.
3. Исмаилов В.Я., Ширинян Ж.А. Пушня М.В., Умарова А.О. Приемы беспестицидной защиты озимой пшеницы от вредителей. *Защита и карантин растений*, 2017, 7: 8-12.
4. Каменченко С.Е., Наумова Т.В. Роль энтомофагов в динамике вредной черепашки в Нижнем Поволжье. *Защита и карантин растений*, 2010, 3: 70-71.
5. Evans E.W. Searching and reproductive behavior of female aphidophagous ladybirds (*Coleoptera*: *Coccinellidae*). *Eur. J. Entomol.*, 2003, 100(1): 1-10 (doi: 10.14411/eje.2003.001).
6. Samin N., Ghahari H., Kocak E., Radjabi Gh.R. A contribution to the scelionid wasps (*Hymenoptera*: *Scelionidae*) from some regions of Eastern Iran. *Zoosystematica Rossica*, 2011, 20(2): 299-304.
7. Shirinyan Zh.A., Ismailov V.Ya. Ecological and biocenotic regularities of the spatial distribution of phytophages and entomophages in agroecosystems as the basis of non-pesticidal protection of winter wheat from pests: agro-biotechnological techniques for organic farming. *Entomological Review*, 2015, 95(4): 463-473 (doi: 10.1134/S0013873815040028).
8. Бердыш Ю.И. Защита пшеницы от вредителей в Краснодарском крае. *АгроXXI*, 2001, 4: 4-5.
9. Роженцова О.В., Хомицкая Л.Н., Сасова Н.А. Мониторинг — основа достоверного прогноза. *Защита и карантин растений*, 2009, 9: 40-44.
10. Алехин В.Т. Вредная черепашка. *Защита и карантин растений*, 2002, 4(прил.): 65-93.
11. Каменченко С.Е., Наумова Т.В. Вредная черепашка и качество зерна пшеницы. *Защита и карантин растений*, 2008, 9: 30-32.
12. Артохин К.С. Фауна фитофагов и их вредоносность. В сб.: *Вредители зерновых колосовых культур.* М., 2012: 3-57.
13. Иванцова Е.А. Биоэкология клопа вредная черепашка в условиях Нижнего Поволжья. *Вестник Волгоградского государственного университета, Серия 11, Естественные науки*, 2013, 2(6): 46-51.
14. Salehi M.S., Sadeghi A., Badakhshan H., Maroufpoor M. Evaluation of wheat genotypes resistance to the nymphs of sunn pest, *Eurygaster integriceps* (Hem.: *Scutelleridae*) in field conditions in Kurdistan province. *Plant Pest Research*, 2018, 7(4), 29-40 (doi: 10.22124/IPRJ.2018.2745).
15. Koçak E., Kodan M. *Trissolcus manteroi* (Kieffer, 1909) (*Hymenoptera*, *Scelionidae*): male nov. with new host from Turkey. *J. Pest. Sci.*, 2006, 70(1): 41-42 (doi: 10.1007/s10340-005-0101-x).

16. Ghaharia H., Buhl P.N., Kocak E. Checklist of Iranian *Trissolcus* Ashmead (*Hymenoptera*: *Platygastroidea*: *Scelionidae*: *Telenominae*). *Int. J. Environ. Stud.*, 2011, 68(5): 593-601 (doi: 10.1080/00207233.2011.617531.
17. Kıvan M. Development rate and lower temperature threshold in the eggs of *Eurygaster integriceps* (*Heteroptera*: *Scutelleridae*). *Insect Sci.*, 2008, 15(2): 163-166 (doi: 10.1111/j.1744-7917.2008.00197.x).
18. Tarla G., Tarla Ş., İslamoğlu M., Gün G. Parasitism of *Eurygaster integriceps* Puton (*Heteroptera*: *Scutelleridae*) by *Hexamermis* sp. (*Nematoda*: *Mermithidae*). *Proc. 43th Annual Meeting of the Society for Invertebrate Pathology, 11-15 Jul 2010, Trabzon, Turkey*. Trabzon, 2010: 60.
19. Ali W.Kh. The level of Sunn Pest oophagous parasitoids (*Hymenoptera*, *Scelionidae*) in infested wheat fields of northern governorate in Iraq with an identification key of *Trissolcus* species. *Iraq nat. Hist. Mus.*, 2011, 11(4): 7-15.
20. Tarla G., Poinar G. Jr., Tarla Ş. *Hexamermis eurygasteri* sp. n. (*Mermithidae*: *Nematoda*) parasitizing the sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton (*Hemiptera*: *Scutelleridae*) in Turkey. *Syst. Parasitol.*, 2011, 79: 195-200 (doi: 10.1007/s11230-011-9299-6).
21. Каменченко С.Е., Стрижков Н.И., Наумова Т.В. Энтомофаги хлебных клопов в зерновых агроценозах Поволжья. *Защита и карантин растений*, 2014, 12: 20-22.
22. Iranipour A., Kharrazi P., Radjabi G., Michaud J.P. Life tables for sunn pest, *Eurygaster integriceps* (*Heteroptera*: *Scutelleridae*) in northern Iran. *B. Entomol. Res.*, 2011, 101(1): 33-44 (doi: 10.1017/S0007485310000155).
23. Shirazi Ja. Investigation on the in vitro rearing of *Trissolcus grandis*, an egg parasitoid of *Eurygaster integriceps* by use of artificial diet. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 2006, 9: 2040-2047 (doi: 10.3923/pjbs.2006.2040.2047).
24. Gözüaçık C., Yigit A., Şismek Z. Predicting the development of critical biological stages of Sunn pest, *Eurygaster integriceps* Put. (*Hemiptera*: *Scutelleridae*), by using sum of degree-days for timing its chemical control in wheat. *Turk. J. Agric. For.*, 2016, 40: 577-582 (doi: 10.3906/tar-1511-64).
25. Shahrokhi S. A study on mass rearing of *Trissolcus grandis* on *Graphosoma lineatum* eggs and the quality control for biological control of Sunn pest *Eurygaster integriceps* (*Hemiptera*, *Scutelleridae*). M.Sc. Thesis, University of Tehran (in Farsi with English summary). Tehran 1997: 110.
26. Ширинян Ж.А., Исмаилов В.Я., Нагорный А.А. Закономерности ландшафтно-биотопического распределения и темпов размножения клопов-щитников и их роль в сохранении и накоплении популяций яйцеедов вредной черепашки. *Наука Кубани*, 2008, 4: 44-49.
27. Zibaee A., Bandani A.R. Effects of *Artemisia annua* L. (*Asteracea*) on the digestive enzymatic profiles and the cellular immune reactions of the Sunn pest, *Eurygaster integriceps* (*Heteroptera*: *Scutellaridae*), against *Beauveria bassiana*. *Bull. Entomol. Res.*, 2010, 100(2): 185-196 (doi: 10.1017/S0007485309990149).
28. Gözüaçık C., Yigit A. The alternative hosts of *Trissolcus* species, egg parasitoids of the sunn pest and host—parasitoid interactions in Southeastern Anatolia region, Turkey. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Science*, 2016, 62: 68-74.
29. Emebiri L.C., Tan M.-K., El-Bouhssini M., Wildman O., Jighly A., Tadesse W., Ogbonnaya F.C. QTL mapping identifies a major locus for resistance in wheat to Sunn pest (*Eurygaster integriceps*) feeding at the vegetative growth stage. *Theor. Appl. Genet.*, 2017, 130(2): 309-318 (doi: 10.1007/s00122-016-2812-1.
30. Воронин К.Е., Шапиро В.А., Пукинская Г.А. Методы учета численности энтомофагов в природных условиях. В сб.: *Биологическая защита зерновых культур от вредителей*. М., 1988: 102-180.
31. Козлов М.А., Кононова С.В. *Определители по фауне СССР. Т. 136. Теленомины фауны СССР* (*Hymenoptera*, *Scelionidae*, *Telenominae*). М., 2012.
32. Доспехов Б.А. *Методика полевого опыта*. М., 1985.
33. Brooker A.J., Shinn A.P., Souissi S., Bron J.E. Role of kairomones in host location of the pennellid copepod parasite, Lernaeocera branchialis (L. 1767). *Parasitology*, 2013, 140(6): 756-770 (doi: 10.1017/S0031182012002119).
34. Каменченко С.Е., Стрижков Н.И., Наумова Т.В. Остроголовые хлебные клопы на Поволжье. *Защита и карантин растений*, 2014, 4: 29-31.
35. Каменченко С.Е., Стрижков Н.И., Наумова Т.В. Вредоносность остроголовых клопов на зерновых культурах в Поволжье. *Земледелие*, 2015, 2: 37-39.
36. Ecology and behaviour of the ladybird beetles (*Coccinellidae*) /I. Hodek, H.F. van Emden, A. Honek (eds.). A John Wiley & Sons, Ltd., UK, 2012.

ФГБНУ Всероссийский НИИ биологической защиты растений,
350039 Россия, г. Краснодар, ул. Вавилова, 14,
e-mail: mar.pushnya2014@yandex.ru ✉, rigaey@gmail.com,
greas23@yandex.ru, vlyaism@yandex.ru,

Поступила в редакцию
5 июня 2018 года

NATURAL REPRODUCTION OF ENTOMOPHAGES TO RESTORE BIOCENOTIC REGULATION IN CEREAL CROPS

Zh.A. Shirinyan, M.V. Pushnya, E.Yu. Rodionova, E.G. Snesareva, V.Ya. Ismailov

All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection, Federal Agency of Scientific Organizations, 14, ul. Vavilova, Krasnodar, 350039 Russia, e-mail mar.pushnya2014@yandex.ru (✉ corresponding author), rigaey@gmail.com, greas23@yandex.ru, vlyaism@yandex.ru
ORCID:
Shirinyan Zh.A. orcid.org/0000-0002-7198-2350
Pushnya M.V. orcid.org/0000-0002-7133-9533
Rodionova E.Yu. orcid.org/0000-0001-5631-2204
Snesareva E.G. orcid.org/0000-0003-4617-3604
Ismailov V.Ya. orcid.org/0000-0002-6713-0059
The authors declare no conflict of interests
Received June 5, 2018
doi: 10.15389/agrobiology.2018.5.1070eng

Abstract

Recently, plant protection methods based on pest regulation by entomophages, naturally inhabiting the crops or attracted thereto, become more preferable. This relevant approach to agro landscape construction necessitates seeking for ways to activate natural cenotic mechanisms, e.g. via optimized crop rotation, created micro reservoirs of desirable species, botanical diversity of protective forest belts, roadsides and other natural plant communities etc. Telenomines (*Hymenoptera: Platygastroidae: Scelionida, Telenominae* subfamily), the egg parasites of *E. integriceps*, are a powerful regulator of sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. abundance. These entomophages are of particular interest worldwide as they are the most numerous not only on bread wheats but also on tilled crops. For a long time, researchers from Russia and other wheat producing countries, where *E. integriceps* pests pose a threat to crops, were concentrated on the laboratory reproduction of telenomines for field use. However, exploitation of naturally reproduced telenomines has not yet been studied. This paper is the first to report on use of entomophilic fennel strip plots with arranged kairomone-based feeding places as baits for *Graphosoma lineatum* L., the alternative hosts of telenomines, to further attract and massively reproduce these egg parasites of *E. integriceps* in field conditions. This technology is based on a long time study (2006-2018) of factors affecting reproduction of telenomines in cereal cenoses. Our data indicate the key role of winter generation of these egg parasites, which reproduce successfully during the second half of the season last year, in the harmful bug control. Additional hosts, the bugs of *Pentatomidae* family among which the Italian striped bug *G. lineatum* is the most frequent (7.20±1.20 insects per square meter), provide a significant increase in count of wintering telenomines. Sunflower and soybean agrocenoses with bait strip plots of entomophilic fennel (coriander) are optimal to provide reproduction of telenomines. In the kairomone-based feeding places, telenomines laid their eggs into 52.1±2.2 to 84.9±3.2 % eggs of *G. lineatum*. Due to use of this technology during 2008-2010, farther use of kairomone-based feeding places for accumulation of telenomines was not needed. Currently, the entomophages actively reproduce due to crop rotations with up to 40 % cultivated plants favorable for *Scelionidae* species. In experimental wheat crops of All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection, in 2011-2017 from 53.1±2.7 до 88.2±2.0 % eggs of *E. integriceps* contained eggs of telenomines. This allowed for cancellation of other protective measures against the bug's larvae.

Keywords: phytophagous insects, *Eurygaster integriceps* Put., sunn pest, *Graphosoma lineatum* L., shield bugs, entomophages, egg parasites, telenomines, reproduction, natural habitats, spatial patterns, grain crops, tilled crops, kairomone-based feeding places, biocenotic regulation, efficiency.

Научные собрания

5-я МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ГЕНЕТИКА, ГЕНОМИКА, БИОИНФОРМАТИКА И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ — PlantGen 2019»

(24-29 июня 2019 года, г. Новосибирск)

На конференции будут представлены результаты новейших исследований в области генетики, геномики, биоинформатики и биотехнологии растений, планируется обсуждение перспективных направлений исследований (в том числе совместных) по фундаментальным и прикладным аспектам изучения генома растений.

Направления работы конференции: генетические ресурсы растений для селекции и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания; устойчивость растений к фитопатогенам и другим биотическим стрессам; генетические и эпигенетические механизмы устойчивости растений к абиотическим стрессам; биотехнология растений в постгеномную эру; системная биология растений и цифровые технологии.

Информация: http://www.bionet.nsc.ru/nauka/konferenczii/