УДК 632.937

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ БОРЬБЫ С ИНВАЗИЙНЫМ СОРНЯКОМ АМБРОЗИЕЙ ПОЛЫННОЛИСТНОЙ С ПОМОЩЬЮ НАСЕКОМОГО-ГЕРБИФАГА *TARACHIDIA CANDEFAC*TA HUBN

Агасьева И.С., Федоренко Е.В., Нефедова М.В.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»,
Краснодар, e-mail: dollkaSneba@yandex.ru

Широкое распространение амброзии полыннолистной (*Ambrosia artemisiifolia* L.) на Юге России связано с нарушением биоценологических структур экосистем. Амброзия – пришелец с американского континента, не сдерживаемая давлением естественных врагов, активно внедрилась в растительные сообщества, вытесняя при этом аборигенные сорные виды растительности, в том числе и культурные. Отсутствие естественных врагов этого сорняка вызывает ее неконтролируемое инвазийное развитие и распространение. Амброзия не только злостный конкурент культурных растений, но и источник массовых аллергических заболеваний. Для биологического контроля с амброзией из Канады была интродуцирована амброзиевая совка (*Tarachidia candefacta* Hbn.). Для разведения гербифага были разработаны искусственные питательные среды (ИПС), включение в состав которых сухого молока в качестве источника белка и витаминов позволило повысить качество среды и улучшить биологические показатели развития амброзиевой совки. Замена в рецептуре ИПС зародышей пшеницы на соевый шрот позволила получить сбалансированный по протеину и аминокислотному составу корм для выращивания биоагента. Разработка ИПС для гусениц амброзиевой совки дает возможность заблаговременного массового разведения гербифага и наводнения им агроэкосистем в период появления всходов амброзии, что предопределяет искусственный сдвиг фенофазы биоагента, позволяющий не только подавлять сорняк на ювенильных фазах развития, но и управлять численностью и полезной деятельностью гербифага. В результате исследований разработан метод колонизации амброзиевой совки, основанный на заблаговременном массовом разведении гербифага и выпуске его в начале вегетации сорняка.

Ключевые слова: амброзия полыннолистная, амброзиевая совка, искусственная питательная среда, сезонная колонизация, гербифаг, биоагент

DEVELOPING METHODS OF FIGHTING INVASIVE PEST – RAGWEED WITH IMPLEMENTATION OF HERBIVORE INSECT – *TARACHIDIA CANDEFAC*TA HUBN

Agaseva I.S., Fedorenko E.V., Nefedova M.V.

Federal State Budget Scientific Institution «All-Russian Research Institute of Biological
Plant Protection», Krasnodar, e-mail: dollkaSneba@yandex.ru

The widespread of ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in the South of Russia is related to disturbance in biocenotic structures of ecosystems. Ragweed is alien from the American continent that wasn't restrained by pressure of natural enemies, and it invaded vegetative communities actively, replacing aboriginal weed species as well as cultural ones while doing so. Lack of natural enemies of this weed causes its uncontrolled invasive development and widespread. Ragweed is not only a rival to cultural plants, but also a cause of mass allergic diseases. In order to establish biological control over Ragweed, moth biotype *Tarachidia candefacta* Hbn. Was introduced from Canada. Artificial nutritional environments (ANE) were developed for breeding the herbivore, and inclusion of dry milk into them as a source of vitamins and protein allowed us to increase quality of the environment and improve biological indexes of development for *Tarachidia candefacta* Hbn. Replacing wheat germs with soybean meal allowed us to obtain forage for growing bioagent that was better-balanced in its protein and amino-acid composition. Development of ANE for caterpillars of *Tarachidia candefacta* Hbn. enables us to massively breed herbivore in advance and populate agroecosystems with it during the period ragweed sprout emergence, and it pre-defines artificial shift in bioagent phenophase, thus allowing us not only suppress the weed in juvenile stages of development, but also manage numbers and useful activity of herbivore. In result of the research we have development a method of colonizing *Tarachidia candefacta* Hbn., based upon preventive mass breeding of herbivore and its release in the beginning of ragweed vegetation.

Keywords: ragweed, *Tarachidia candefacta* Hbn, artificial nutritional environment, seasonal colonization, herbivore, bioagent

Амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.) – злостный инвазивный сорняк в Европе и Азии, стал настоящим бедствием и для южных регионов России. В Старый Свет вид был завезен из Северной Америки в 1873 г. с семенами клевера красного.

В России амброзия полыннолистная впервые была обнаружена в 1918 г. ботаником С.Г. Колмаковым вблизи Ставрополя.

Примерно в этот же период наличие *Ambrosia artemisiifolia* было отмечено и в Краснодарском крае. В Ростовской области первые очаги амброзии появились в начале пятидесятых, а в Приморском крае – в начале шестидесятых годов прошлого столетия.

Амброзия полыннолистная – один из самых опасных сорняков, вызывающих аллергическую реакцию у людей. Благодаря

своей биологической пластичности и отсутствию естественных врагов она широко внедрилась в растительные сообщества России. Амброзия сильно угнетает культурные растения, иссушает почву, резко снижает плодородие почвы, пыльца вызывает массовые аллергические заболевания человека [1, 2]. Отсутствие естественных врагов этого сорняка вызывает его неконтролируемое инвазийное развитие и распространение. Борьба с ним ведется в основном механическими и химическими средствами.

Агротехнические приемы не смогли остановить широкомасштабную инвазию амброзии как в России, так и в других странах. К настоящему времени зонами наибольшего распространения сорного растения являются Северо-Кавказский регион и Приморский край.

Вследствие глобального потепления в России и других странах наблюдается стремительное расширение территорий инвазии: отмечается вертикальная акклиматизация сорняка, который постепенно продвигается на север. Наблюдается полное вызревание семян амброзии в районах средней полосы России, чего ранее не отмечалось. Уже 15 лет назад общая площадь земель, засоренных амброзией в России, значительно превышала 6 млн га [3].

При выборе способов и мер борьбы с адвентивной растительностью необходимо применять современную концепцию интегрированной защиты растений, которая подразумевает использование всех экономически безопасных способов защиты культурных растений, направленных на регулирование численности сорняков до уровня экономических порогов вредоносности. Одним из способов борьбы с сорной растительностью является биологический метод. При разработке биологических способов целенаправленно используют вирусы, бактерии, грибы, насекомых и другие организмы для целенаправленного уничтожения сорняков. У биологических способов имеются ряд преимуществ: при относительно невысоких первичных затратах они дают значительный экономический эффект в течение продолжительного времени благодаря длительному действию организмов на растения [4].

Начиная с 1967 по 1979 гг. в Канаде и США было отобрано более 30 видов естественных врагов амброзии полыннолистной и интродуцировано на территорию бывшего СССР [5, 6].

В их числе четыре вида насекомых-фитофагов из природных комплексов Север-

ной Америки: *Tarachidia candefacta* Hubn, *Euaresta bella* Loew, *Brachytarsus tomentosus* Say, *Zygogramma suturalis* F. были интродуцированы и выпущены на Северном Кавказе [5, 7, 8]. Первые годы после акклиматизации численность этих видов была очень низкой, и они были признаны малоперспективными в биологической борьбе с амброзией полыннолистной.

К настоящему времени в России акклиматизировались два гербифага: амброзиевый листоед (*Zygogramma suturalis* F.) и амброзиевая совка (*Tarachidia candefacta* Hubn) [9].

Долгое время после интродукции численность популяции *T. candefacta* находилась в угнетенном состоянии. Нарастание плотности популяции насекомого в южной части России начало увеличиваться примерно с 2000 г. В отдельные годы численность достигала 10 экз/м², что подавляло развитие амброзии (фаза 6–8 настоящих листьев) на 30%.

Целью настоящей работы является усовершенствование метода сезонной колонизации амброзиевой совки (*Tarachidia candefacta* Hubn), основанного на заблаговременном массовом разведении гербифага на искусственной питательной среде и расселении его в начале вегетации амброзии полыннолистной.

Материалы и методы исследования

При разработке искусственных питательных сред гусениц опытных и контрольных вариантов содержали в чашках Петри при температурном режиме (+25–26 °C), относительной влажности воздуха 70–80% и естественном освещении, корм меняли один раз в сутки. Опыты ставили в шести повторностях по 4–5 отродившихся особей в каждой повторности. Гусениц старших возрастов из-за присущего каннибализма, содержали индивидуально в отдельной чашке Петри.

Качество искусственного корма оценивалось по биологическим показателям развития гусениц I–II; III–V возрастов, массе гусениц и куколок.

Разработка метода сезонной колонизации включает:

- сбор гусениц III–V возрастов в осенний период, с последующим их доращиванием в лаборатории на ИПС до образования куколок;

- помещение куколок на хранение в сосуды с прокаленным речным песком при температуре +3+5 °C, относительной влажности воздуха 70–80%, где они хранятся до февраля;

– проведение реактивации куколок в климокамере при температуре до 23–25 °С.

Бабочки содержались в стеклянных банках при температуре 23–24 °С, длине дня 18 ч, влажности воздуха 70–80 %. В каждую банку помещали по несколько пар бабочек, которых подкармливали 5 %-ным водным раствором сахара. Внутрь банки подкладывали фильтровальную бумагу, сложенную гармошкой, для откладки яиц. Через 3–4 дня после вылета бабочек начинается яйцекладка, которая продолжается 4–6 суток. Яйца инкубировали при температуре 23–25 °С и влажности 60–70 %. Отродившихся гусениц помещали на ИПС, где их выращивали до III возраста, а затем выпускали на молодые растения амброзии в период всходов. Массовое разведение амброзиевой совки на ИПС проводили в садках размером 30х40 см, которые для предотвращения высыхания корма сверху накрывали перфорированной полиэтиленовой пленкой.

Результаты исследования и их обсуждение

Пищевые потребности насекомых охватывают комплекс химических и физических характеристик корма, которые обеспечивают их нормальный рост и развитие. К первым относятся белки, углеводы, липиды, витамины, минеральные соли, вода, различные фагостимуляторы и др. Вторые сводятся к структуре и консистенции пищи, определяют ее доступность и пригодность для насекомого.

Основой для построения тела насекомого служат белки и аминокислоты, поэтому наличие компонентов, содержащих эти вещества, оказывает решающее влияние на рост и развитие насекомых. Существует прямая связь между количеством и качеством белков в пище и плодovitостью насекомых – фитофагов [10].

В качестве источника белка и аминокислот в состав ИПС было включено сухое молоко. Приведенные в табл. 1 результаты доказывают возможность выкармливания гусениц *T. candefacta*, до образования куколок на среде, в составе которой в качестве источника белков присутствует сухое молоко.

Включение 0,5 г сухого молока на каждые 100 г среды позволило получить куколок массой 41,3 мг, на естественном корме этот показатель был равным 48,5 мг, средняя продолжительность развития составила 25,6 суток и 20,5 суток соответственно. Данные результаты являются доказательством целесообразности включения в состав ИПС сухого молока в качестве источника белка.

Важным компонентом, регулирующим процессы работы ферментов, углеродного обмена, а также осуществляющим контроль тканевого дыхания и обмена веществ, в целом являются витамины. Поэтому для увеличения активности процессов жизнедеятельности и повышения жизнеспособности гусениц амброзиевой совки в ИПС необходимо добавление витаминов.

В состав ИПС была включена смесь витаминов, состоящая из рибофлавина 0,0002 %, цианокобаламина 0,0005 %. Водный раствор описанной смеси использовался в концентрации 0,3; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 %. В качестве контрольного варианта для сравнения влияния данных веществ на развитие и рост гусениц насекомого служила ИПС, не содержащая витамины.

Установлено, что применение комплекса витаминов в среде улучшило биологические показатели роста и развития *T. candefacta*. Жизнеспособность гусениц при применении 1,5 % концентрации витаминов составила 85,3 %, что на 39,6 % выше контрольного варианта и являлось наилучшим результатом, продолжительность развития насекомых сократилась на 3,8 сут в сравнении с контролем (ИПС без витаминов).

Таблица 1

Результативность выкормки гусениц амброзиевой совки с включением сухого молока в состав ИПС

Вариант опыта	Сухое молоко, г, 100 г среды	Количество гусениц в опыте, экз.	Допиталось до возраста, %			Масса куколок, мг	Средняя продолжительность развития до образования куколок, суток
			III	IV	V		
1	0,1	30	72	56	52	38,5 ± 0,9	28,0 ± 1,2
2	0,3	30	72	60	56	36,7 ± 0,5	27,5 ± 1,0
3	0,5	30	80	68	64	41,3 ± 0,7	25,6 ± 0,7
4	1,0	30	68	52	36	27,4 ± 0,5	30,6 ± 1,5
Контроль (естественный корм)	–	30	96	88	76	48,5 ± 0,4	20,5 ± 1,5

Полученные результаты показали, что недостаток или избыток витаминов по всей вероятности приводит к нарушению обмена веществ у гусениц, что вызывает снижение биологических показателей роста и развития гербифага.

Разнообразные компоненты, входящие в состав искусственных сред, создают благоприятные условия для развития микроорганизмов (грибов, бактерий). Для предотвращения их негативного влияния на развитие амброзиевой совки необходимо добавлять в корм противогрибковые и бактерицидные вещества. В опытных вариантах в качестве антисептиков использовали пропионовую кислоту и сорбиновые кислоты, а также формалин в дозах 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 мл на 100 г среды. Выявлено, что пропионовая кислота в концентрации 2% сильно подавляет рост и развитие фитофага. Оптимальными антисептиками были формалин и сорбиновая кислота в концентрации 1,5% и 1%. Увеличение концентраций этих веществ отрицательно сказывалось на биологических показателях развития гусениц амброзиевой совки.

В дальнейших экспериментах заменив зародыши пшеницы, наиболее часто применяемый ингредиент ИПС целым рядом исследователей, на соевый шрот, который имеет идеальное соотношение аминокислот, в качестве белкового ингредиента, мы получили сбалансированную по протеину и аминокислотному составу высококачественную среду.

Таким образом, в состав рецептуры разработанной оригинальной ИПС входят следующие компоненты: сухой лист амброзии, соевый шрот, сухие пивные дрожжи вместе с витаминами группы В, желатин, формалин, сорбиновая кислота и вода. За 15 мин до приготовления среды отweighивают необходимое количество желатина и замачивают в холодной дистиллированной воде. Перечисленные компоненты дозируют и смешивают. После смешивания всех компонентов добавляют желатин, формалин с сорбино-

вой кислотой и воду, затем среду доводят до однородной консистенции [11].

В результате выращивания гусениц амброзиевой совки на разработанной ИПС установлено, что состав питательной среды эффективно улучшает основные биологические показатели роста и развития биоагента (табл. 2).

Из таблицы видно, что на предлагаемой среде выживаемость гусениц V возраста составляет 75,0%, в контроле – 71,4%, масса куколок – 55,6 и 56,8 мг количество окрылившихся бабочек от числа образовавшихся куколок составило – 90,8% и 86,7% соответственно. Таким образом, одним из главных условий реализации метода подавления амброзии полыннолистной являлась технология массового разведения амброзиевой совки, что и было сделано в результате исследований.

Для создания стартовых колоний амброзиевой совки в природных условиях, гусениц II–III возраста, выращенных на ИПС, равномерно выпускали на небольшие участки всходов амброзии в третьей декаде апреля. Установлено, что колонизированные гусеницы равномерно расползались по всходам амброзии, в течение двух с половиной недель допитывались и уходили в почву на окукливание. В искусственных резерватах амброзиевой совки всходы сорняка практически полностью уничтожались, а оставшиеся значительно отставали в росте и развитии в сравнении с контрольными растениями, где выпуск гербифага не проводился. Первые гусеницы нового поколения отмечались в местах интродукции в конце мая – начале июня. Через пять дней их численность составляла в среднем 2–3 гусеницы на одно угнетенное растение. К этому времени наблюдалось начало массового лета природной популяции амброзиевой совки, что приводило к интенсивному росту плотности популяции биоагента, что и определяет искусственный сдвиг фазы развития гербифага и высокую биологическую эффективность против ювенильных фаз амброзии.

Таблица 2

Биологические показатели роста и развития амброзиевой совки (*Tarachidia candefacta* Hubn.) при выращивании на ИПС оригинального состава

Варианты опыта	Выживаемость гусениц до V возраста, %	Средняя продолжительность развития, сут.	Средняя масса гусениц, мг		Масса куколок, мг	Количество окрылившихся бабочек, %
			III возраста	V возраста		
ИПС	75,0	9,0 ± 0,3	24,9 ± 0,5	58,0 ± 1,2	55,6 ± 0,9	90,8
Контроль (естественный корм)	71,4	9,0 ± 0,2	25,1 ± 0,5	59,8 ± 1,0	56,8 ± 0,5	86,7

На четвертые сутки после спаривания бабочек происходит процесс яйцекладки. Яйца крепятся на листовую поверхность и стебли амброзии полыннолистной. Репродуктивность самок совки отмечалась на уровне 200–300 яиц.

Таким образом, при определении численности амброзиевой совки, способной подавить развитие амброзии, было установлено, что гербифаг перезимовывает на стадии куколки, в конце первой декады мая наблюдается лет бабочек. Яйцекладка наблюдается, на четвертый день после спаривания, яйца прикрепляются на листья и стебли растений. Репродуктивность совки в среднем 300 яиц, одна гусеница *T. cande-facta* способна уничтожить 3–4 молодых растения амброзии, имеющие 3–4 настоящих листьев, две гусеницы нейтрализуют развитие одного растения амброзии, достигшего фазы восьми настоящих листьев, а 10 гусениц приводят к гибели одного растения в фазу бутонизации (высотой 30–35 см). Потомство от одной пары бабочек *T. cande-facta* в течение двух генераций может полностью ликвидировать на ранних фазах развития амброзию полыннолистную на площади 1 м². Установлено, что среднесуточная потребность гусениц совки четвертого возраста в корме доходит до 60 мг.

Выводы

Возможность массового разведения амброзиевой совки на искусственной питательной среде в лабораторных и производственных условиях позволит заблаговременно колонизировать гусениц совки в места появления первых всходов амброзии.

Разработан метод сезонной колонизации амброзиевой совки, основанный на заблаговременном массовом разведении гербифага и выпуске его в начале вегетации сорняка. Он связан с искусственным сдвигом фазы амброзиевой совки, позволяющим не только подавлять сорняк на ювенильных фазах развития, но и управлять численностью и полезной деятельностью гербифага.

Список литературы

1. Формирование трофических связей аборигенных видов жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) с *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae) в условиях Приморского края России / Е.В. Аистова и [и др.] // Зоологический журнал. – 2014. – Т. 93, № 8. – С. 960–966. DOI: 10.7868/S0044513414060026.
2. Адвентивный сорняк американского происхождения *Ambrosia artemisiifolia* L. как источник аллергии на Юге России и перспективные приемы его подавления / Л.П. Есипенко [и др.] // Труды Кубанского аграрного университета. – 2016. – № 58. – С. 112–120.
3. Москаленко Г.П. Карантинные сорные растения России / Г.П. Москаленко. – М.: Росгоскарантин, 2001. – 280 с.
4. Злотин А.З. Техническая энтомология. Справочное пособие / А.З. Злотин. – Киев: Наукова думка, 1989. – 183 с.
5. Есипенко Л.П. Использование насекомых-фитофагов в борьбе с амброзией полыннолистной в агроценозах Юга России / Л.П. Есипенко // Земледелие. – 2013. – № 5. – С. 39–40.
6. Gerber E., Schaffner U., Gassmann A., Hinz H.L., Seier M., Muller-Scharer H. Prospects for biological control of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe: learning from the past // Weed Research, 2011. – Vol. 51. – P. 559–573.
7. Об эффективности интродукции американских насекомых-фитофагов амброзии (*Ambrosia artemisiifolia* L.) на юге России / О.В. Ковалев [и др.] // Энтомологическое обозрение. – 2013. – Т. 92. – Вып. 2. – С. 251–264.
8. Ковалев О.В. Роль уединенных популяционных волн в обеспечении эффективности интродукции насекомых-фитофагов при подавлении заносных сорных растений / О.В. Ковалев, Ю.В. Тютюнов // Энтомологическое обозрение. – 2014. – Т. 93. – Вып. 1. – С. 16–29.
9. Матишов Г.Г. Биологические способы борьбы с амброзией в антропогенных фитоценозах юга России / Г.Г. Матишов, Л.П. Есипенко, Л.П. Ильина, И.С. Агасьева. – Ростов на/Д., 2011. – 144 с.
10. Эдельман Н.М. Массовое разведение насекомых-фитофагов. – М.: ВИНТИ, 1972. – С. 120–201.
11. Патент РФ 2628793. Способ производства питательной среды для разведения амброзиевой совки *Tarachidia cande-facta* Hubn. / Агасьева И.С., Федоренко Е.В., Исмаилов В.Я., Ермоленко С.А., 2017. – Бюлл. № 24.

References

1. Formirovanie troficheskix svyazey aborigenny'x vidov zhukov-listoedov (Coleoptera, Chrysomelidae) s *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae) v usloviyax Primorskogo kraya Rossii / E.V. Aistova i [i dr.] // Zoologicheskij zhurnal. – 2014. – T. 93, № 8. – P. 960–966. DOI: 10.7868/S0044513414060026.
2. Adventivny'j sornyak amerikanskogo proisxozhdeniya *Ambrosia artemisiifolia* L. kak istochnik allergii na Yuge Rossii i perspektivny'e priemy' ego podavleniya / L.P. Esipenko [i dr.] // Trudy' Kubanskogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 58. – P. 112–120.
3. Moskalenko G.P. Karantinny'e sorny'e rasteniya Rossii / G.P. Moskalenko. – M.: Rosgoskarantin, 2001. – 280 p.
4. Zlotin A.Z. Texnicheskaya e'ntomologiya. Spravochnoe posobie / A.Z. Zlotin. – Kiev: Naukova dumka, 1989. – 183 p.
5. Esipenko L.P. Ispol'zovanie nasekomy'x fitofagov v bor'be s ambroziej poly'nnolistnoj v agrocnenezax Yuga Rossii / L.P. Esipenko // Zemledeliye. – 2013. – № 5. – P. 39–40.
6. Gerber E., Schaffner U., Gassmann A., Hinz H.L., Seier M., Muller-Scharer H. Prospects for biological control of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe: learning from the past // Weed Research, 2011. – Vol. 51. – P. 559–573.
7. Ob e'ffektivnosti introdukcii amerikanskix nasekomy'x-fitofagov ambrozii (*Ambrosia artemisiifolia* L.) na yuge Rossii / O.V. Kovalev [i dr.] // E'ntomologicheskoe obozrenie. – 2013. – T. 92. – Vy'p. 2. – P. 251–264.
8. Kovalev O.V. Rol' uedinenny'x populyacionny'x voln v obespechenii e'ffektivnosti introdukcii nasekomy'x-fitofagov pri podavlenii zanosny'x sorny'x rastenij / O.V. Kovalev, Yu.V. Tyutyunov // E'ntomologicheskoe obozrenie. – 2014. – T. 93. – Vy'p. 1. – P. 16–29.
9. Matishov G.G. Biologicheskie sposoby' bor'by' s ambroziej v antropogenny'x fitoccnenezax yuga Rossii / G.G. Matishov, L.P. Esipenko, L.P. Il'ina, I.S. Agas'eva. – Rostov na/D., 2011. – 144 p.
10. E'del'man N.M. Massovoe razvedenie nasekomy'x-fitofagov. – M.: VINTI, 1972. – P. 120–201.
11. Patent RF 2628793. Sposob proizvodstva pitatel'noj sredy' dlya razvedeniya asmbrozievoj sovki *Tarachidia cande-facta* Hubn. / Agas'eva I.S., Fedorenko E.V., Ismailov V.Ya., Ermolenko S.A., 2017. – Byull. № 24.