

МОНИТОРИНГ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЭНТОМОФАУНЫ В РАЗЛИЧНЫХ БИОТОПАХ МЕТОДОМ ИСКУССТВЕННЫХ УБЕЖИЩ

ГЛАДКАЯ А. ORCID: 0000-0001-9182-4352

Государственный университет Молдовы, Институт Генетики, физиологии и защите растений, Кишинев
e-mail: alla.gladcaia@sti.usm.md

Аннотация. В работе представлены результаты мониторинга эффективности искусственных убежищ для привлечения энтомофауны на зимовку. Показано, что разработанные искусственные убежища позволяют аккумулировать живых, полноценных агентов биологической защиты, включая представителей отрядов Hymenoptera, Neuroptera и Coleoptera. Выявлены предпочтения различных таксономических групп к материалам-наполнителям и высоте размещения. Результаты показывают, что искусственные убежища являются эффективным инструментом не только для изучения биоразнообразия, но и для создания резерватов энтомофагов в агроландшафтах.

ВВЕДЕНИЕ

Биологическое разнообразие является фундаментальным условием устойчивости и гомеостаза экосистем. В процессе длительной эволюции естественные сообщества приобрели способность к саморегуляции и самовосстановлению, поддерживаемую сложными трофическими сетями. Однако значительное антропогенное воздействие на агроландшафты, связанное с интенсификацией сельского хозяйства, расширением монокультуры, применением пестицидов и урбанизацией, приводит к деградации естественных местообитаний и обеднению энтомофауны [1, 2]. Сокращение численности и разнообразия насекомых влечет за собой локальное снижение ключевых экосистемных услуг: опыления, хищничества и паразитизма [3, 4]. Актуальной задачей современного этапа взаимодействия общества и природы является проектирование антропогенных ландшафтов по образу и подобию естественных экосистем (лес, степь). Повышение эффективности природных популяций энтомофагов может быть достигнуто путем создания благоприятных экологических условий для их размножения и сохранения. В этих целях применяются различные приемы: подсевы нектароносных растений, оборудование мест для зимовки, создание природоохранных зон-резерватов, где происходит накопление и восстановление численности опылителей и естественных врагов фитофагов [5, 6]. Такие биотопы формируют полноценные трофические цепи, включающие растения (продуценты), фитофагов (первичные консументы), их хищников и паразитов-энтомофагов (вторичные консументы) и гиперпаразитов.

Поликультурные биотопы являются уникальными центрами изучения и сохранения биоразнообразия, что создает условия для стабильного существования и биоконсервации многочисленных таксономических групп насекомых и представляет собой естественный ресурс для биологической защиты растений. Положительным примером реализации принципа «естественного биометода» служит создание искусственных убежищ для привлечения энтомофагов на зимовку [9, 10].

Целью настоящих исследований является биомониторинг энтомокомплекса, привлеченного на зимовку в искусственные убежища, размещенные в различных биотопах, с выявлением таксономического состава, трофической структуры и предпочтений различных групп насекомых к материалам-наполнителям и высоте размещения.

Ключевые слова: искусственные убежища, биоразнообразие энтомофауны, мониторинг, энтомофаги, материалы-наполнители.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследований был энтомокомплекс энтомофагов, привлеченных на зимовку в искусственные убежища. Предметом — искусственные убежища, размещенные в различных биотопах. В исследованиях использовали искусственные убежища, предложенные А. Гладкая (2022) [11]. Искусственное убежище состоит из деревянного корпуса; перегородок, разделяющих корпус; водонепроницаемой крыши; секций с различными типами материалов-наполнителей.

Исследования проводили в четыре этапа:

I этап – сбор натуральных материалов (тростник, солома, трубчатые стебли...) и создание искусственных убежищ, соответствующих биологии и требованиям для зимовки различных групп насекомых; выбор материала для каркаса и водонепроницаемой крыши; заполнение отдельных секций устройства различными видами материалов-наполнителей;

II этап – размещение искусственных убежищ в весенний период в различных биотопах, закрепление их на высоких опорах, фасадами в направлении на юг. Искусственные убежища в период 2021-2026 были расположены в следующих биотопах: плодовые сады, участки нектароносных растений; лесополоса; лесосад; Ботанический сад;

III этап – демонтаж искусственных убежищ в конце вегетационного периода (ноябрь-декабрь) и складирование их в холодном помещении;

IV этап – учет насекомых проводили путем последовательного осмотра секций искусственных убежищ, определение таксономической принадлежности особей и их подсчет. Анализ результатов использования искусственных убежищ насекомыми-энтомофагами. Определение насекомых проводили по Определителю насекомых Дальнего Востока России (Определитель, 1995) [12] и Определителю насекомых европейской части СССР (Определитель, 1978) [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Предлагаемый нами прием использования искусственных убежищ позволил привлечь, аккумулировать и определить различные группы насекомых, привлеченных на зимовку. В результате анализа проб 2021 года, было установлено, что в данные искусственные убежища были привлечены представители 7 отрядов: Neuroptera – 73,0 %; Coleoptera – 1,0 %; Hymenoptera – 4,0 %; Hemiptera – 7,0 %; Lepidoptera – 3,0 %; Diptera – 11,0 %. В последующие годы исследований мы анализировали главные отряды, рассматриваемые как регуляторы численности вредителей, привлеченных на зимовку в искусственные убежища.

Отряд Hymenoptera. Известно, что отряд Hymenoptera содержит более 200 000 видов, крайне различных по своей биологии. Примерно половина семейств, имеющих в своем составе энтомофагов, относится к паразитам, в основном, используемым в классических программах биологического подавления вредных насекомых [14]. При анализе на предпочтение материала-наполнителя представители Hymenoptera (55,7 %) предпочитали для зимовки стебли тростника (диаметром 0,6-0,8 мм). Нами отмечено, что энтомофаги Hymenoptera предпочитали гнездовые устройства, размещенные на высоте 1 м (75,7 %) и редко заселяли устройства, размещенные у поверхности земли.

При анализе проб 2023 года и индивидуальном выведении установили 10 представителей отряда наездников из 9 семейств: Chalcidoidea (*Brachymeria intermedia*, Nees, 1834), Ichneumonidae, Bethyidae, Braconidae, Pompilidae, Sierolomorphidae, Sphecidae (*Sceliphron*, Klug, 1801), Vespidae, Formicidae (*Componotus consobrinus*, Erichson), зимовавших в искусственных убежищах. С 2024 года в искусственных убежищах ежегодно строит гнезда (размножается) и зимует инвазивный вид *Isodontia mexicana* (Sphecidae).

Отряд Neuroptera. В результате летних наблюдений, в искусственных убежищах нами были выявлены виды энтомофагов из семейства Chrysopidae и установлено их количественное соотношение на территории биотопа. Более половины (53,7 %) летней популяции составил вид *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836). У видов *Ch. carnea* Steph. и *Chrysopidia ciliata* (Wesmael, 1841) (1,1 %) имаго — полинофаги (питаются пылью в цветах), зимовка в имагинальной стадии. У видов *Chrysopa perla* (Linnaeus, 1758) (7,8 %), *Chrysopa septempunctata* (Wesmael, 1841) (10,5 %), *Chrysopa formosa* (Brauer, 1851) (10,5 %) имаго – хищники, что увеличивает их значимость в качестве энтомофагов. Подавляющее большинство зимовавших в искусственных убежищах златоглазок относится к виду *Chrysoperla carnea* (86,4 %). Были получены средние значения (2022-2025 годы) процентного соотношения насекомых, предпочитающих зимовать в стеблях ревеня (43,2 %) и скорлупе грецкого ореха (34,7 %). Отмечено, что энтомофаги Chrysopidae предпочитают высоту размещения искусственных убежищ 1 м (59,4 %) и 2 м (35,9 %) над поверхностью земли.

Отряд Coleoptera. В результате анализа данных установлено, что

энтомофаги Coleoptera: Coccinellidae заселили, в основном, скорлупу ореха (79 %) и стебли тростника (21 %). Нами зафиксирован выбор энтомофагами Coccinellidae искусственных убежищ, размещенных на высоте 10 см (44 %) - 1 м (56 %). К видам, привлеченным в искусственные убежища, относятся: *Coccinella septempunctata* (Linnaeus, 1758), *Harmonia axyridis* (Pallas 1773), *Calvia quatuordecimguttata* (Linnaeus, 1758), *Adalia bipunctata* (Linnaeus 1758). Имаго и личинки питаются тлями, щитовками, белокрылками, яйцами чешуекрылых, а также пылью растений.

Отряд Hemiptera. Биологическое разнообразие представителей отряда Hemiptera было представлено, в основном, видами клопов полифитофагов, зимующих в стадии имаго: *Rhyparochromus vulgaris* (Schilling, 1829) (82%); *Lygaeus equestris* (Linnaeus, 1758) (2,5%); *Oxycarenus lavatae* (Fabricius, 1787) (12,5%). Одиночные особи инвазивного вредителя плодовых культур — восточноазиатского мраморного клопа *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Heteroptera: Pentatomidae) составили 2,8% от всех зимовавших представителей отряда Hemiptera. Клоп крайне многояден, вредит плодово-ягодным, овощным, зерновым и зернобобовым культурам, декоративным насаждениям, лесным породам, нанося значительный экономический ущерб. Его присутствие в убежищах требует дальнейшего мониторинга. Другие группы насекомых предпочитают для зимовки следующие материалы-наполнители: Arachnida — шишки и солому; Hemiptera — ветки; Lepidoptera — солому.

Результаты исследования демонстрируют, что искусственные убежища — это эффективный и мало затратный инструмент, решающий одновременно две задачи: научную (мониторинг биоразнообразия и экологии энтомофагов) и практическую (аккумуляция агентов биозащиты). В условиях нарастающей инвазивной активности и деградации естественных мест зимовки насекомых, создание искусственных резерватов становится не просто желательным, а необходимым элементом современного управления агроландшафтом.

ВЫВОДЫ

1. Эффективность искусственных убежищ. Разработанные искусственные убежища доказали свою привлекательность для широкого спектра энтомофауны. В 2021 году зафиксировано 7 отрядов насекомых, при этом доля полезных групп (Hymenoptera, Neuroptera, Coleoptera) составила 78,0 % от общего числа зимовавших особей. Убежища позволяют аккумулировать живых, полноценных агентов биологической защиты в состоянии диапаузы, пригодных для транспортировки и последующего использования в программах биоконтроля.

2. Оптимальные параметры размещения. Выявлены четкие предпочтения ключевых таксономических групп:

- Hymenoptera: высота 1-1,5 м, наполнители — стебли тростника (диаметр 0,6–0,8 мм);

- Chrysopidae: высота 1,5–2 м, наполнители — стебли ревеня и скорлупа грецкого ореха;

- Coccinellidae: высота 0,1–1 м, наполнители — скорлупа грецкого ореха и стебли тростника. Эти данные являются основой для адресного проектирования убежищ в зависимости от целевых групп энтомофагов.

3. Мониторинг инвазивных видов. Предложенная методика может быть использована как инструмент раннего выявления и мониторинга инвазивных видов (*Halyomorpha halys*, *Isodontia mexicana*), что критически важно для своевременного реагирования.

4. Практическое значение для управления агроландшафтом. Искусственные убежища являются не просто учетным инструментом, но и элементом ландшафтной инфраструктуры, позволяющим создавать локальные «резерваты» энтомофагов в агроценозах. Их размещение вдоль лесополос, опушек, в садах и на полях может стать первым шагом к формированию самоподдерживающейся системы биологической защиты, снижающей потребность в химических обработках.

Благодарности. Исследование проводилось в рамках подпрограммы 011103 «Разработка экологически чистых средств снижения воздействия сельскохозяйственных вредителей в контексте изменения климата», финансируемой Министерством образования и науки.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Eggleton P. The State of the World's Insects // Annual Review of Environment and Resources. – 2020. – Vol. 45. – P. 61–82.
2. Wagner D.L., Grames E.M., Forister M.L., Berenbaum M.R., Stopak D. Insect decline in the Anthropocene: Death by a thousand cuts // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2021. – Vol. 118(2). – e2023989118.
3. Potts S.G., Biesmeijer J.C., Kremen C. et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers // Trends in Ecology & Evolution. – 2010. – Vol. 25(6). – P. 345–353.
4. Dainese M., Martin E.A., Aizen M.A. et al. Aglobal synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production // Science Advances. – 2019. – Vol. 5(10). – eaax0121.
5. Landis D.A., Wratten S.D., Gurr G.M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture // Annual Review of Entomology. – 2000. – Vol. 45. – P. 175–201.
6. Гладкая А.А. Применение гнездовых конструкций для аккумуляции энтомофагов (Chrysopa, Chrysopidae, Neuroptera) в агробиоценозах для биологической защиты растений // Экосистемы. – 2022. – Вып. 30. – С. 158–166.
7. OLD (Botanical Gardens Conservation International). The Role of Botanic Gardens in Biodiversity Conservation. – 2020.

8. Гладкая А.А. Разработка метода использования искусственных убежищ для привлечения энтомофагов и опылителей отряда Hymenoptera как способа оценки их природного потенциала в агроценозах // Экосистемы. – 2025. – Вып. 41. – С. 28–36.
9. Гладкая А.А. Применение гнездовых конструкций для аккумуляции энтомофагов (*Chrysopa*, *Chrysopidae*, *Neuroptera*) в агробиоценозах для биологической защиты растений // Экосистемы. – 2022. – Вып. 30. – С. 158–166.
10. Определитель насекомых Дальнего Востока России. Т. 1–6. – Владивосток: Дальнаука, 1995.
11. Определитель насекомых европейской части СССР. Т. 1–5. – М.-Л.: Наука, 1978.
12. Замотайлов А.С. Биологическая защита растений: учебное пособие. – Краснодар, 2012.