

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЧЛЕНИСТОНОГИХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОЭКОСИСТЕМАХ

### WAYS TO INCREASE ARTHROPOD BIODIVERSITY FOR PLANT PROTECTION IN VARIOUS AGROECOSYSTEMS

**F. Miniyarov  
A. Yaitsky**

*Summary.* This article studies organization of various methods of biological plant protection from pests and diseases in organic agriculture. Main section of the article was devoted to the necessary measures of preservation and increase of the functional biodiversity of arthropods on the used agricultural lands.

*Keywords:* natural enemies; predatory arthropods; parasitoids; hedges; flower stripes; orchards; agricultural fields; greenhouses.

**Минияров Фарит Талгатович**

К.б.н., доцент, заведующий лабораторией, ФГБОУ ВО  
«Астраханский государственный университет»  
fminiyarov@mail.ru

**Яицкий Андрей Степанович**

Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Самарский  
государственный социально-педагогический  
университет»  
yaitsky@sgspu.ru

*Аннотация.* Данная статья посвящена организации различных методов биологической защиты растений от вредителей и болезней в органическом сельском хозяйстве. Особое внимание уделено необходимым мероприятиям по сохранению и повышению функционального биоразнообразия членистоногих на используемых сельскохозяйственных угодьях.

*Ключевые слова:* естественные враги; хищные членистоногие; паразитоиды; живые изгороди; цветочные полосы; плодовые сады; сельскохозяйственные поля; теплицы.

Современные промышленные агроэкосистемы предусматривают крупномасштабное выращивание сельскохозяйственных растений (кукуруза, соя, рис, пшеница и др.) в монокультуре, что приводит к их генетической однородности и неустойчивости к вредителям и болезням [1, с. 72].

Для сохранения урожая используются различные пестициды, однако такие методы борьбы привели к появлению большого количества стойких к ядам насекомых, требующих все больше усилий для подавления вторичных вспышек этих вредителей [2, с. 3–5].

Другой подход в защите культурных растений используют в органическом земледелии; он предусматривает неиспользование инсектицидов [3, с. 69–84]. Основным принцип в такой технологии — долгосрочные мероприятия, предохраняющие сельскохозяйственные культуры от воздействия вредителей и болезней (табл. 1). Проводимые профилактические мероприятия, направленные на предотвращение роста численности вредителей и распространения болезней, являются более значимыми, чем защитные меры, т.к. устраняют причины проблемы, а не симптомы. Поэтому в органическом земледелии непосредственные защитные мероприятия против вредителей и болезней необходимы лишь в исключительных случаях.

Одним из важных профилактических мероприятий в органических агроэкосистемах является сохранение и более активное использование естественных врагов; оно направлено на восстановление функционального биоразнообразия животных и растений на используемых сельскохозяйственных угодьях [4, с. 110].

Наибольшее распространение и разнообразие хищных членистоногих наблюдается в поликультурных агроэкосистемах в связи с их многоядностью и требовательностью к разнородной среде обитания. Увеличение видового разнообразия растений в агроэкосистеме предоставляет для полезных организмов больше пищи: пыльцы (для хищных клещей, жуков и др.), нектара (для перепончатокрылых паразитоидов), всех стадий травоядных насекомых, которые не могут повредить культурные растения (для хищников и паразитоидов) [5, с. 294–309].

Агрохозяйства, занимающиеся органическим земледелием, используют различные способы сохранения уже присутствующих на культурах естественных врагов и интенсификации их воздействия, среди которых можно выделить создание живых изгородей; создание искусственных убежищ, сухих каменных стен и каменных биотопов; создание цветочных полос и др.

Таблица 1. Основные мероприятия для защиты растений от вредителей и болезней в органическом сельском хозяйстве (по [3])

№	Этапы и мероприятия
<b>1</b>	<b>Этап 1. Предупредительные меры</b>
1.1	Выбор адаптированных и устойчивых сортов к местным условиям.
1.2	Выбор чистых семян и посадочного материала.
1.3	Использование подходящих систем земледелия.
1.4	Сбалансированное обеспечение питательными веществами.
1.5	Внесение в почву органического вещества.
1.6	Применение подходящих методов возделывания почвы.
1.7	Осуществление водохозяйственных мероприятий.
1.8	Выбор оптимального времени и плотности посадки.
1.9	Применение надлежащих санитарных мер.
1.10	Сохранение и более активное использование естественных врагов.
<b>2</b>	<b>Этап 2. Мониторинг</b>
2.1	Регулярный мониторинг повреждений сельскохозяйственных культур (насекомые, клещи, нематоды, позвоночные, болезни и т.п.).
2.2	Мониторинг насекомых вредителей с помощью различных ловушек (с приманкой, клеевые, световые и др.).
<b>3</b>	<b>Этап 3. Защитные меры</b>
3.1	Механическая защита. Активный отлов вредителей с помощью световых, цветных, водных, клеевых, плодовых, феромонных и других ловушек. Ручной сбор.
3.2	Биологическая защита. Выпуск естественных хищников (профилактический и пиковый подходы).
3.3	Биологическая защита. Выпуск естественных антагонистов (бактерии, вирусы, грибы, нематоды и др.).
3.4	Биологическая защита. Природные инсектициды (ним, пиретрум, чилийский перец, чеснок и др.).
3.5	Биологическая защита. Приманочные культуры, растущие рядом с сельскохозяйственными культурами (для откладки яиц, в качестве корма, «отталкивающие» запахом и др.).
3.6	Биологическая защита. Минеральные природные пестициды (сера, растительная зола, пищевая сода, жидкое мыло, бордоская смесь и др.).

### Живые изгороди из местных кустарников

Разнообразие кустарников возле сельскохозяйственных угодий предоставляет полезным организмам (насекомые, мелкие млекопитающие, рептилии, птицы) хорошие жизненные условия и обильные источники пропитания. Например, кустарники шиповника (р. *Rosa*) и орешника (р. *Corylus*) весьма важны для зимовки яйцевых паразитоидов цикадки *Empoasca vitis*. Наши исследования показали, что ранней весной взрослые особи кокцинеллид (*Coccinella septempunctata*) питались нектаром и пыльцой на кустах черной смородины (*Ribes nigrum*), входившей в состав живой изгороди вокруг плодового сада [6, с. 33]. Другим важным фактором использования живых изгородей является создание единого природного ландшафта. Возможное отрицательное влияние: затенение культурных растений, привлечение растительноядных птиц на сельхозугодья [7, с. 270–278].

### Искусственные убежища. Сухие каменные стены и каменные биотопы

Кормушки для хищных птиц, скворечники и гнезда для птиц и летучих мышей, груды камней или веток яв-

ляются еще одним примером того, как можно дополнительно создать искусственные убежища для различных животных. Каменные стены создают благоприятные условия обитания для теплолюбивых видов животных. Постепенно на созданных каменных участках появятся специфичные виды растений и животных, способствующих созданию более стабильной экосистемы.

### Цветочные полосы

Цветочные полосы создаются путем озеленения свободных пространств, междурядьев и площадей под культурными растениями с помощью однолетних или многолетних цветущих растений (от 3 местных видов). Такие растения, кроме предоставления пищи и укрытий для полезных организмов, предотвращают эрозию почвы и потерю ею влагоемкости. Основные требования для используемых цветущих растений: раннее первое цветение, длительное цветение в течение сезона, короткие цветы для доступа к нектару и пыльце различных полезных организмов, приспособленные к почвам на протяжении всего вегетационного периода и т.п. Для обеспечения непрерывного наличия цветущих трав чрезвычайно важным является чередование покоя. Возможное отрицательное влияние: конкуренция

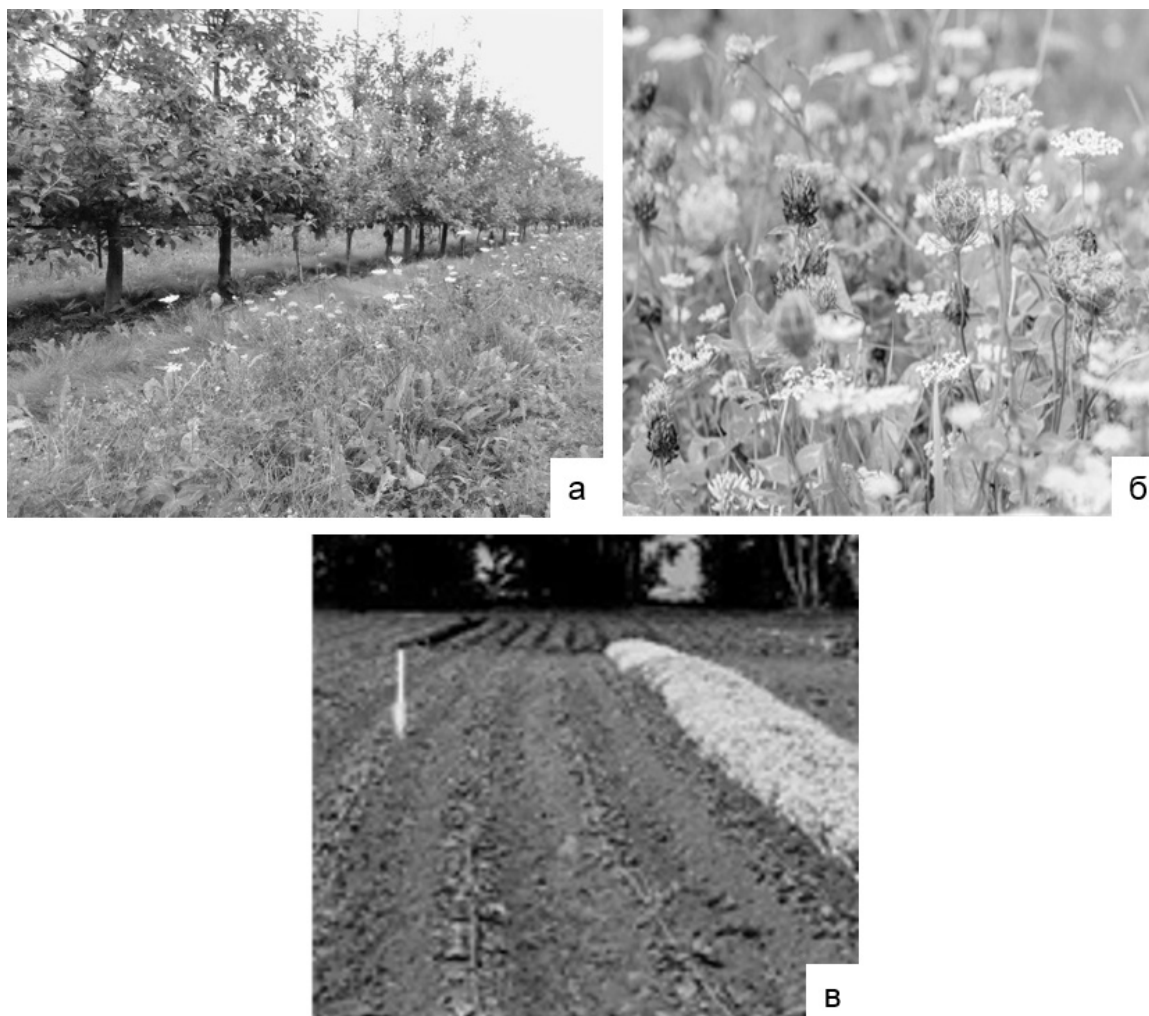


Рис. 1. Примеры использования цветочных полос в различных агроэкосистемах: *а* — цветочная полоса в плодовом саду [8, с. 7]; *б* — разнообразие растений в цветочной полосе [8, с. 7]; *в* — лобулярия приморская (*Lobularia maritima*) в качестве цветочной полосы на полях с салатом [13, с. 75]

с культурными растениями из-за потребления воды [8, с. 2–12].

Анализ последних исследований по развитию и использованию *цветочных полос в органическом земледелии* [9, с. 3–11] показал, что именно данное направление является наиболее перспективным в различных агроэкосистемах.

Так, использование *цветочных полос в плодовых садах* (рис. 1: *а, б*), а в частности, в яблоневых садах, позволило значительно уменьшить популяции тли *Dysaphis plantaginea* и *Aphis pomi* [10, с. 1142]. Также было выявлено, что плотность паутин была в 2–3 раза выше в саду с цветочными полосами, чем в садах без них [11, с. 475]. Паутины перехватывали летающие формы тлей, мигрирующих с одного растения на другое, тем самым препятствуя размножению следующих поколений.

Кроме этого, использование цветочных полос значительно увеличило численность Syrphidae, Chrysopidae и хищников-универсалов (Anthocoridae, Miridae и пауки) на яблонях [12, с. 64–65].

По другим данным [8, с. 3], цветочные полосы плодовых садов были в 2–3 раза привлекательные для различных хищных насекомых, по сравнению с газонной травой и обычной сорной растительностью садов. При этом наблюдалось следующее соотношение полезных организмов: паразитические осы (54%), журчалки (12%), пауки (10%), божьи коровки и жужелицы (8%), хищные клопы (8%), зеленые и коричневые златоглазки (5%), хищные трипсы (2%), другие (1%).

Результаты других исследований по применению *цветочных полос на сельскохозяйственных полях* (рис. 1: *в*) показали, что при выращивании перца чили на полях

и использовании цветочных полос между рядами перца и вокруг поля, популяции вредителя были снижены при увеличении распространенности и разнообразия хищных жуков Coccinellidae. Также на полях с перцем выявили увеличение количества пауков на растениях семейства сложноцветных (Asteraceae), выращиваемых в цветочных полосах [13, с. 70–72]. Более разнообразное сообщество хищников (до 19 различных видов) были отмечены при использовании цветочных полос на полях с кукурузой [14, с. 10–11].

Использование *цветочных полос*, прилегающих к *теплицам открытого типа*, позволило привлечь больше хищников и снизить использование пестицидов при выращивании баклажана. Так, распространенность таких вредителей, как западный цветочный трипс (*Frankliniella occidentalis*), персиковая тля (*Myzus persicae*), бахчевая тля (*Aphis gossypii*) и другие была

уменьшена на 43% в теплицах с прилегающими цветочными полосами при увеличении численности хищника почти в 20 раз и уменьшении использования инсектицида на 34% [15, с. 1–11].

### Заключение

Таким образом, одним из многообещающих методов увеличения функционального биоразнообразия естественных врагов вредителей сельскохозяйственных культур является использование цветочных полос, состоящих из разнообразных цветущих растений. При этом, правильно спланированная агроэкосистема с богатой растительностью предоставляет членистоногим среду, где они имеют достаточно пищи и укрытий, что позволяет им увеличивать свою численность и значительно сокращать популяции вредителей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Heinemann J.A., Massaro M., Coray D.S., Agapito-Tenfen S.Z., Wen J.D. Sustainability and innovation in staple crop production in the US Midwest // *International Journal of Agricultural Sustainability*. 2014. Vol. 12 (1). P. 71–88. DOI: 10.1080/14735903.2013.806408.
2. Hayes T.B., Hansen M. From silent spring to silent night: agrochemicals and the anthropocene // *Elementa: Science of the Anthropocene*. 2017. Vol. 5 (57). P. 1–24.
3. Гомес И., Тивант Л. Учебное пособие по органическому сельскому хозяйству. Будапешт: ФАО ООН, 2017. 120 с.
4. Crowder D.W., Northfield T.D., Strand M.R. Organic agriculture promotes evenness and natural pest control // *Nature*. 2010. Vol. 466 (7302). P. 109–112.
5. Tscharrnke T., Bommarco R., Clough Y. Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale // *Biological Control*. 2007. Vol. 43(3). P. 294–309.
6. Минияров Ф.Т., Павлов С.И., Яицкий А.С. Питание семиточечной коровки *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae) на различных стадиях жизненного цикла // *Самарский научный вестник*. 2019. Т. 8, № 2 (27). С. 32–38. DOI: 10.17816/snvt201982106.
7. Соколова Т.А. Декоративное растениеводство. Древоводство. М.: Академия, 2004. 352 с.
8. Pfiffner L., Jamar L., Cahenzli F., Korsgaard M., Swiergiel W., Sigsgaard L. Perennial flower strips — a tool for improving pest control in fruit orchards. Technical guide. N1096. Frick: FiBL, 2018. 16 p.
9. Herz A., Cahenzli F., Penvern S., Pfiffner L., Tasin M., Sigsgaard L. Managing, floral resources in apple orchards for pest control: ideas, experiences and future directions // *Insects*. 2019. Vol. 10. P. 1–24. DOI: 10.3390/insects10080247.
10. Cross J.V., Cubison S., Harris A., Harrington R. Autumn control of rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Passerini), with aphicides // *Crop Protection*. 2007. Vol. 26. P. 1140–1149.
11. Wyss E., Niggli U., Nentwig W. The impact of spiders on aphid populations in a strip-managed apple orchard // *Journal of Applied Entomology*. 1995. Vol. 119. P. 473–478.
12. Pfiffner L., Cahenzli F., Steinemann B., Jamar L., Bjørn M.C., Porcel M., Tasin M., Telfser J., Kelderer M., Lisek J. Design, implementation and management of perennial flower strips to promote functional agrobiodiversity in organic apple orchards: A pan-European study // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2019. Vol. 278. P. 61–71.
13. Amaral D.S.S.L., Venzon M., Santos H.H. Non-crop plant communities conserve spider populations in chili pepper agroecosystems // *Biological Control*. 2016. Vol. 103. P. 69–77.
14. Martinez E., Ros M., Bonilla M.A., Dirzo R. Habitat heterogeneity affects plant and arthropod species diversity and turnover in traditional cornfields // *PLoS One*. 2015. Vol. 10 (7). P. 1–17. DOI: 10.1371/journal.pone.0128950.
15. Li S., Jaworski C.C., Hatt S., Zhangfan Z., Desneux N., Wang S. Flower strips adjacent to greenhouses help reduce pest populations and insecticide applications inside organic commercial greenhouses // *Journal of Pest Science*. 2020. Vol. 9. P. 1–11. DOI: 10.1007/s10340–020–01285–9.

© Минияров Фарит Талгатович ( fminiyarov@mail.ru ), Яицкий Андрей Степанович ( yaitsky@sgspsu.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»