

## ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСОВ ПОЛЕЗНОЙ ЭНТОМОФАУНЫ В ОРОШАЕМЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ ВОЛГО-ДОНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

Комаров Е.В., Комарова О.П.

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», Волгоград, e-mail: komarova62@rambler.ru*

В статье рассматриваются результаты изучения видового состава и структуры комплексов энтомофауны орошаемых агроландшафтов в условиях Волго-Донского междуречья. Представлены данные по фауне, видовому разнообразию, численности и структуре комплексов хорто- и герпетобионтов в различных элементах агроландшафта. Рассмотрены вопросы влияния орошения на численность энтомофауны фитояруса и герпетобионтов. Дана оценка отдельным сельскохозяйственным культурам в формировании состава и структуры комплексов энтомофауны в условиях орошения. На основе проведенного анализа показана потенциальная значимость полей многолетних трав как источников накопления напочвенных энтомофагов, увеличения их численности и их миграций на поля, подвергающиеся интенсивной антропогенной нагрузке. Рассмотрены вопросы оптимизации структуры агроландшафта и пространственного размещения его элементов с целью увеличения численности энтомофагов на полях.

Ключевые слова: энтомофауна, орошение, агроландшафты, оптимизация, Волго-Донское междуречье.

## OPTIMIZATION OF USEFUL ENTOMOFAUNA COMPLEXES IN THE IRRIGATED AGROLANDSCAPES OF VOLGA-DON INTERFLUVE

Komarov E.V., Komarova O.P.

*FSBSI All-Russian research institute of irrigated agriculture, Volgograd, e-mail: komarova62@rambler.ru*

The results of studying of specific structure and structure of complexes of an entomofauna of the irrigated agrolandscapes in the conditions of Volga-Don interfluve are considered in article. Data on fauna, a specific variety, number and structure of complexes horto-and gerpetobiont in various elements of an agrolandscape are submitted. Questions of influence of irrigation on the number of an entomofauna of a phytotier and gerpetobiont are considered. An assessment is given to separate crops in formation of entomocomplexes structure in the irrigation conditions. On the basis of the carried-out analysis the potential importance of fields of long-term herbs as accumulation sources the gerpetobiontentomophages, increases in their number and their migrations at the fields which are exposed to intensive anthropogenous loading is shown. Questions of optimization of structure of an agrolandscape and spatial placement of his elements for the purpose of increase in number of entomophages on fields are considered.

Keywords: entomofauna, irrigation, agrolandscapes, optimization, Volga-Don interfluve.

Устойчивость производства сельскохозяйственной продукции в аридных условиях юго-востока европейской России в значительной степени зависит от достаточного насыщения агроландшафтов орошаемыми землями. Сосредоточение на юге России значительной площади орошаемых земель обуславливает необходимость всесторонней научно-практической оценки влияния орошения на формирование энтомокомплексов. Это связано со значительной вредоносностью фитофагов, ущерб от которых в отдельные годы достигает 25–30 % [7]. В орошаемых агроландшафтах, отличающихся высокой интенсификацией всех звеньев технологии производства сельскохозяйственной продукции, возрастает значение энтомофагов, поскольку использование химических методов в условиях орошаемого земледелия становится особенно опасным для окружающей среды [3, 4]. Наличие постоянных и временных оросителей, сети водосбросных каналов на орошаемых

землях способствует распространению токсических препаратов с поливной водой на значительные площади, увеличивает вероятность их попадания в водоемы. Поэтому именно для орошаемых массивов необходимо, в первую очередь, разрабатывать системы защиты урожая от вредителей, основанные на агротехнических, биологических и других безопасных методах, при минимальном использовании пестицидов. В последние десятилетия сформировалась так называемая экологическая защита растений, одним из основополагающих направлений которой является сохранение и поддержание собственной устойчивости агроэкосистемы и предотвращение вспышек массового размножения вредителей за счет деятельности энтомофагов [7].

Энтомофаги и паразиты вредителей фитояруса в различных регионах страны изучены достаточно подробно. Рассмотрена роль энтомофагов в регуляции численности вредителей зерновых, кормовых культур, кукурузы, картофеля; изучается биология хищных и паразитических видов насекомых, разрабатываются методики разведения энтомофагов и паразитов *ex-situ*, ведутся исследования по патогенам насекомых [2, 3, 4].

Однако до настоящего времени, особенно в условиях орошения, остаются практически неизученными вопросы обоснования оптимального соотношения хищников и жертв в агроценозах, при котором осуществляется саморегуляция в энтомокомплексах и, соответственно, снижение пестицидного пресса.

**Цель исследования** заключается в разработке теоретических основ оптимизации формирования комплексов полезной энтомофауны в орошаемых агроландшафтах Волго-Донского междуречья.

**Материал и методы исследований.** Исследования проводились в 1989–2016 гг. в орошаемых агроландшафтах, включающих поля сельскохозяйственных культур (многолетние бобовые травы – люцерна, клевер, многокомпонентные бобово-злаковые смеси, зерновые, кукуруза и картофель) и прилегающие к ним естественные станции на территории ФГУП «Орошаемое», располагающегося в междуречье Волги и Дона в 20 км западнее г. Волгограда (Волгоградская область). Почвы светло-каштановые в комплексе с солонцами.

Учеты насекомых-хортобионтов проводили еженедельно в течение вегетационных сезонов методом кошения стандартным энтомологическим сачком со съемными мешочками по методике Г.Е. Осмоловского [6]. Напочвенных жесткокрылых учитывали почвенными ловушками Барбера [8], в качестве которых использованы одноразовые пластиковые стаканы емкостью 0,2 л и диаметром отверстия 70 мм. Ловушки устанавливали по 10 штук, на расстоянии 10 м друг от друга. Выемка насекомых проводилась еженедельно, с апреля до октября.

Все учеты проводились синхронно в агроценозах и различных типах биотопов, граничащих с агроценозами.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

За период исследований по изучению влияния экологических условий и антропогенного воздействия на полезную энтомофауну агроландшафта с орошением было выловлено и определено более 200 тыс. экз. насекомых, относящихся к 269 видам, из которых 133 относятся к группе хортобионтов и 136 видов напочвенной энтомофауны. В составе полезной энтомофауны фитояруса преобладали кокцинеллиды, златоглазки, сирфиды, хищные клопы и паразитические перепончатокрылые. Абсолютными доминантами энтомофауны герпетобия являлись жужелицы, среди которых преобладали *Calosoma auropunctatum*, *Poecilus cupreus*, *Poecilus sericeus*, *Pseudoophonus rufipes*, *Harpalus rufipes*, *Harpalus distinguendus* [5, 9].

На полях с различными культурами в орошаемом агроландшафте складываются неравноценные условия для энтомофауны. Различия обусловлены особенностями микроклимата, создающегося растениями в напочвенном ярусе, а также фенологическими особенностями культуры и технологией ее возделывания.

Наибольшим видовым разнообразием энтомофагов в агроценозах на орошении обладают, по нашим наблюдениям, поля многолетних трав. Благоприятный микроклимат, многолетнее бесменное произрастание на одном месте, отсутствие обработок почвы создают здесь оптимальные условия обитания для насекомых, в том числе хищников и паразитов. На полях многолетних трав формируется полидоминантный энтомокомплекс со значительным видовым разнообразием. Например, из 254 видов, зарегистрированных нами на люцерне, в доминирующую и субдоминирующую группы входит 10–15 видов. Такое полидоминантное сообщество обладает способностью саморегулирования, имеет большое значение в поддержании экологического равновесия в агроценозе, являясь эффективным источником миграции полезных насекомых на соседние поля.

Наивысшая численность энтомофагов-хортобионтов за годы исследований наблюдалась на посевах многолетних бобовых трав 2–3 года жизни (табл. 1). Анализ соотношения численности энтомофагов и главнейших вредителей показал, что оптимальным оно является на посевах люцерны, клевера и многокомпонентных злаково-бобовых смесей. Установлено, что здесь можно не применять химические средства защиты растений в связи с естественным регулированием численности фитофагов.

Наиболее неблагоприятная энтомологическая ситуация складывается на пропашных (кукуруза, картофель). Высокая интенсивность возделывания этой группы культур, формирование растительной массы на полях только к середине лета, неблагоприятный

микроклимат ведут к созданию монодоминантных сообществ энтомофауны с низким видовым разнообразием. Так, нашими исследованиями на кукурузе выявлено 3 доминантных и субдоминантных вида хортобионтов из 15, отмеченных на культуре. В таком неустойчивом сообществе высока вероятность вспышек вредных организмов.

Таблица 1

Соотношение энтомофагов-хортобионтов и фитофагов на посевах основных сельскохозяйственных культур в орошаемых агроценозах (ФГУП «Орошаемое», в среднем за 1989–2016 гг.)

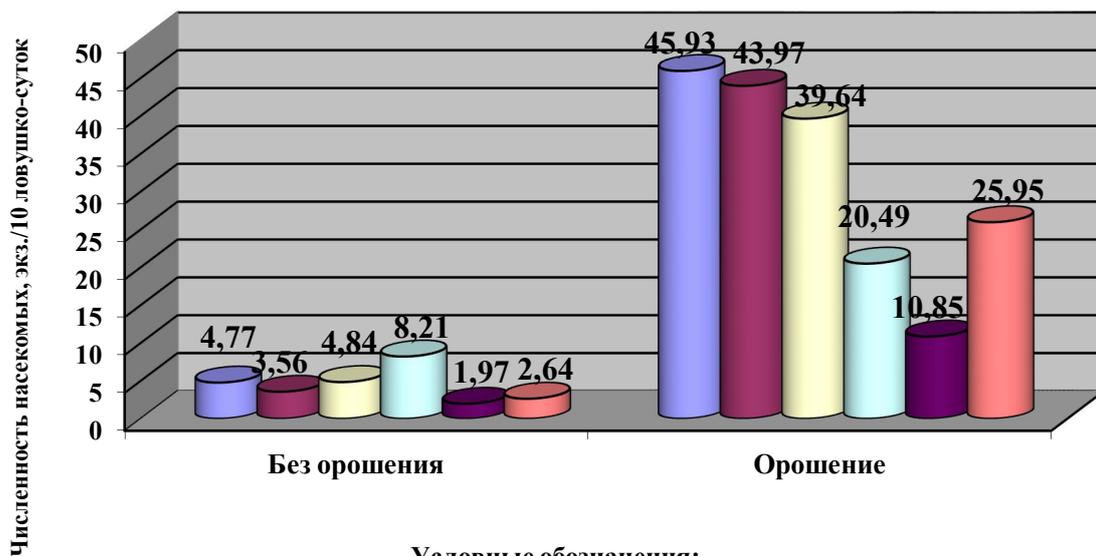
Культура	Численность насекомых в среднем за сезон (экз./м <sup>2</sup> )			общая численность энтомофагов	Соотношение энтомофагов и фитофагов по общей численности
	моно- и олигофаги	полифаги	общая численность фитофагов		
Люцерна, 2-3 годы жизни					
Орошение	2,10	9,76	11,86	6,29	1 : 1,9
Без орошения	1,50	5,90	7,39	2,21	1 : 6,1
НСР <sub>05</sub>	0,27	2,43	3,11	3,84	-
Клевер, 2-3 годы жизни					
Орошение	1,98	8,97	10,95	5,71	1 : 1,9
Без орошения	1,40	5,92	7,32	1,19	1 : 6,2
НСР <sub>05</sub>	0,26	2,84	2,95	3,67	-
Многокомпонентные смеси					
Орошение	2,05	9,24	11,29	5,73	1 : 2,0
Без орошения	1,38	5,96	7,34	1,23	1 : 5,9
НСР <sub>05</sub>	0,42	2,93	3,01	3,22	-
Озимая пшеница					
Орошение	2,00	9,35	11,35	4,28	1 : 2,7
Без орошения	1,21	5,21	6,42	0,90	1 : 7,1
НСР <sub>05</sub>	0,44	2,96	3,72	2,57	-
Кукуруза					
Орошение	1,84	8,36	10,20	3,68	1 : 2,8
Без орошения	0,97	4,40	5,37	0,64	1 : 8,9
НСР <sub>05</sub>	0,62	3,37	4,05	2,99	-
Картофель					
Орошение	3,12	14,45	17,57	5,93	1 : 3,0
Без орошения	1,11	6,94	8,05	0,94	1 : 8,6
НСР <sub>05</sub>	0,84	4,01	6,44	3,12	-

Наряду с увеличением видового разнообразия энтомокомплексов в орошаемых условиях следует также отметить и изменение численного обилия насекомых. Орошаемые посевы являются более благоприятными для хищных и паразитических насекомых по сравнению с неорошаемыми. При проведении сравнительных учетов численности энтомофауны установлено, что на орошении численность полезных насекомых на различных культурах оказалась в 2,8–6,3 раза выше, чем в неорошаемых условиях. Более благоприятно

на орошаемых посевах складывается и соотношение общей численности энтомофагов и фитофагов. Это соотношение составляет здесь от 1:1,9 до 1:3,0 на различных культурах, тогда как без орошения – от 1:5,9 до 1:8,9.

Аналогичные данные по увеличению численности полезных насекомых на орошаемых посевах получены при вылове насекомых методом почвенных ловушек. Установлено, что на орошении полезной герпетофауны вылавливалось в 9 раз больше, чем на богаре (рисунок).

Оптимальные условия для обитания, размножения и развития фауны герпетобия, в которой доминируют жужелицы, создаются на полях многолетних трав, в первую очередь, люцерны. Возделывание ее на одном поле 3–4 года, благоприятный микроклимат напочвенного яруса и высокая численность беспозвоночных определяют значительное видовое разнообразие и высокое обилие жужелиц.



*Влияние орошения на численность жужелиц в агроценозах основных сельскохозяйственных культур, среднее за 1989–2016 гг.*

Наиболее неблагоприятные условия для многоядных хищников герпетобия складываются на пропашных культурах поздних сроков сева. Такие поля в течение длительного периода (до середины июля и более) подвергаются интенсивным механическим и химическим воздействиям; растительный покров, формирующий необходимый для жужелиц микроклимат, образуется также лишь в начале лета. Эти причины определяют низкое видовое разнообразие энтомокомплексов герпетобия полей пропашных культур.

Более 90 % жесткокрылых здесь составляют жужелицы, мигрирующие на поля из прилегающих местообитаний с середины июня, при этом свыше 70 % их численности образуется за счет жужелицы волосистой. Низкое видовое разнообразие и монодоминантная структура комплексов жесткокрылых на полях пропашных культур указывают на неустойчивость сообщества, формирующегося на этих участках агроландшафта.

Известно, что устойчивая (природная) экосистема способна к саморегуляции и все ее компоненты сбалансированы. В результате в ней становятся маловероятными массовые размножения каких-либо организмов. Экосистема может быть устойчивой только при достаточно большом количестве входящих в нее видов и отсутствии резко выраженного преобладания какого-либо из них. Таким образом, устойчивая экосистема отличается большим биологическим разнообразием.

В искусственно созданных агроэкосистемах биоразнообразие всегда снижено хотя бы потому, что естественная растительность заменяется обычно монокультурой. Неизбежное резкое снижение биоразнообразия в агроценозе, а, следовательно, и численности энтомофагов может в определенной степени компенсироваться за счет миграций насекомых из соседних элементов агроландшафта, особенно, если это посеvy многолетних трав или участки с естественной растительностью. В нужный момент можно резко повысить численность полезных насекомых на поле, если, например, скосить расположенные рядом посеvy люцерны. Известно, что можно увеличить биоразнообразие на поле за счет посевов поблизости или по краям поля нектароносных растений или же создания специальных резерватов (маточников) для естественной фауны. По-видимому, тот же эффект может быть достигнут при уменьшении размеров полей, занятых одной и той же культурой, а также и некоторыми другими мероприятиями (заметим, однако, что в некоторых случаях увеличение разнообразия растений может оказаться благоприятным и для вредных насекомых).

При такой защите растений явно противопоказано применение любых инсектицидов за исключением самых «мягких», таких как вирусные, бактериальные и грибные препараты. Иначе нарушается столь трудно достигаемое равновесие в агроэкосистеме. С другой стороны, приобретают еще большее значение агротехнические, генетические и другие методы регулирования численности вредителей, а также селекция устойчивых растений, широко используемые в настоящее время в интегрированных системах.

В качестве единого агроценоза мы рассматриваем участок агроландшафта, включающий поля с различными культурами и прилегающие к ним естественные и антропогенные биотопы. Такая точка зрения, высказанная А.Ф. Зубковым [1], справедлива, в первую очередь, для орошаемого земледелия, где площадь отдельных полей в севообороте составляет от 5–10 до 50–70 га. В таких условиях возможно обогащение энтомокомплексов

пропашных культур за счет миграций энтомофагов. Источниками таких миграций могут быть участки естественного разнотравья, полезащитные лесополосы и люцерновые поля, комплексы жесткокрылых, в которых наиболее близки по коэффициенту сходства к комплексам пропашных культур [5].

Оценивая сравнительное значение различных местообитаний как возможных источников увеличения численности жужелиц за счет миграций, следует отметить, что сравнительная численность этих энтомофагов в естественных биотопах и лесополосах значительно меньше, чем на полях. Учитывая незначительную площадь, занимаемую такими биотопами, нельзя считать возможной миграцию из них значительного числа особей жужелиц. Кроме того, массовыми видами здесь являются практически не встречающиеся на полях *Carabus estreicheri*, *Calathus distinguendus*, *Pterostichus niger*, *Ophonus azureus* и др. Такие элементы агроландшафта могут служить для полей источниками редких видов и местами зимовки и размножения жужелиц [9], но не способны существенно увеличивать их обилие на посевах за счет миграций.

Эффективными источниками массовых миграций жужелиц в районе исследований являются многолетние травы. На посевах пропашных культур, граничащих с полями люцерны, на 60–170 % увеличивается относительная численность этих энтомофагов. Аналогичные данные получены в Ростовской области, где 40 %-ное увеличение численности жужелиц зарегистрировано в 150 м от границы с посевом люцерны [9].

**Заключение.** Таким образом, можно сделать заключение, что для увеличения численности и равномерного распределения энтомофагов в агроландшафте необходимо наличие в структуре севооборотов полей многолетних трав, которые должны располагаться вблизи участков с наиболее интенсивной антропогенной нагрузкой. Соблюдение таких условий позволит обеспечивать высокую численность и увеличивать разнообразие энтомофагов на посевах пропашных культур за счет горизонтальных миграций, а в результате будет способствовать большей стабильности комплекса агроценоза в целом. Кроме того, учитывая важное значение люцерновых полей как мест накопления, размножения и сохранения хортобионтных и почвенных многоядных хищников, следует предусматривать минимальное использование пестицидов на семенниках этой культуры.

### Список литературы

1. Зубков А.Ф. Агробиоценология на рубеже XX–XXI веков [Текст]/ А.Ф. Зубков // Сб. научных трудов по итогам международной научно-практ. конференции «Актуальные

вопросы современных сельскохозяйственных наук». 10 марта 2016 г., Екатеринбург. – Екатеринбург: ИЦРОН, 2016. – С. 27-30.

2. Иванцова Е.А. Сохранение и восстановление биологического разнообразия агролесоландшафтов [Текст] / Е.А. Иванцова // Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции «Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика», Волгоград, 12–13 октября 2015 г. – Волгоград: Волгоградский государственный ун-т, 2015. – С. 46-50.

3. Иванцова Е.А., Вострикова Ю.В. Видовой состав и структура полезной энтомофауны защитных лесных насаждений Нижнего Поволжья [Текст] // Наука и образование XXI в.: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции: в 17 частях. – 2014. – С. 77-79.

4. Иванцова Е.А., Вострикова Ю.В. Влияние состава лесных полос на видовое богатство и обилие энтомофагов [Текст] // Сб. материалов Международной научно-практической конференции «Наука и образование в жизни современного общества», Тамбов, 30 декабря 2014 г. – Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2015. – С. 48-49.

5. Комаров Е.В., Карпова Т.Л. Состав, структура, распределение герпетобионтных жесткокрылых (Coleoptera) в орошаемом агроландшафте [Текст] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12-11. – С. 2350-2356.

6. Осмоловский Г.Е. Выявление сельскохозяйственных вредителей и сигнализация сроков борьбы с ними [Текст] / Г.Е. Осмоловский. – М.: Б.и., 1964. – 204 с.

7. Чернышев В.Б. Экологическая защита растений [Текст] / В.Б. Чернышев // Защита и карантин растений. – 1994. – № 8. – С. 46.

8. Barber H. Traps for cave-inhabiting insects // J. Elisha Mitchell Sci. Soc. – 1931. – 46, № 3. – P. 259-266.

9. Komarov E.V., Tscheresova L.B. Possible ways of Carabid beetles population control in arable land // XII Междунар. симпоз. по энтомофауне средней Европы (Киев, 25–30 сентября 1988 г.): тез. докл. – Киев, 1988. – С. 78.