

**ОРОШЕНИЕ – ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ЭНТОМОЦЕНОЗОВ
В АРИДНЫХ УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА РОССИИ****Мелихов В.В., Комаров Е.В., Комарова О.П.**

Реферат. В статье представлены материалы многолетних (1988-2017 гг.) исследований, посвященных решению проблем стабилизации фитосанитарной ситуации в орошаемых агроценозах. В работе приведены результаты изучения видового обилия и численности насекомых, закономерности их изменения под влиянием орошения в Нижнем Поволжье. Показано влияние орошения на изменение экологических условий по параметрам продуктивности агробиоценозов и микроклимата. Разница температуры воздуха в орошаемых дождеванием и неорошаемых агроценозах сразу после полива достигает 7-8 °С. В целом за вегетационный период среднесуточные температуры воздуха в орошаемом агроценозе были на 2-4 °С ниже по сравнению с неорошаемым. Более мезофитные микроклиматические условия, формирующиеся под влиянием орошения, являются ведущим фактором, определяющим увеличение биоразнообразия энтомокомплексов орошаемых агроценозов за счет возрастания видового обилия и численности насекомых-мезофилов и гигрофилов. Показано также увеличение видового разнообразия и численности мезо- и гигрофилов в орошаемых агроландшафтах за счет появления новых микростадий (каналы, водосборсы, пруды-накопители и др.). Установлено формирование в орошаемых условиях полидоминантных энтомологических сообществ, повышающих сбалансированность агроэкосистемы, в том числе и за счет оптимизации ее трофической структуры. Изменяющаяся экологическая обстановка в орошаемых агроландшафтах обуславливает выращивание растений с оптимизированными физиологическими показателями, также в условиях орошения изменяются биологические особенности развития вредных и полезных насекомых. Все это напрямую отражается на взаимоотношениях между фитофагами и растением, а также на их выживаемости, плодовитости, продолжительности жизни отдельных фаз и других биологических особенностях популяций. Отмечено, что на орошаемых посевах складывается более благоприятное соотношение между энтомофагами и вредителями, благодаря чему появляется возможность саморегулирования энтомофауны за счет усиления активности энтомофагов. Тем самым создается реальная возможность сохранения урожая и снижения на орошаемых посевах сельскохозяйственных культур пестицидной нагрузки на 40-50 %.

Ключевые слова: энтомокомплексы, орошение, микроклимат, агроландшафты, фитофаги, энтомофаги, экология.

Введение. Значительные потери сельскохозяйственной продукции от вредных организмов, ежегодно достигающие 20-35 % в зависимости от вида культуры, определяют важность блока защиты растений в системе земледелия. По данным В.А. Захаренко, «в натуральном выражении потенциал опасности фитосанитарных рисков потерь урожая от вредных организмов в агроэкосистемах оценивается в среднем ежегодно на площади 70,453 тыс. га суммарно в размере 104,491 млн т з.е. продукции растениеводства» [1].

Особенно важна эта проблема в условиях орошения, поскольку орошение земель, благодаря оптимизации водного режима почвы в сочетании с внесением удобрений, способствует не только повышению продуктивности сельскохозяйственных культур в 2,5-4,0 раза и более, но и активизации жизнедеятельности и вредоносности фитофагов [2, 3, 4]. Сосредоточение на юге России значительной площади орошаемых земель и стремление увеличить объем получаемой с них продукции обуславливает необходимость всесторонней научно-практической оценки влияния управляемых

антропогенных факторов, среди которых одним из важнейших является орошение, на особенности формирования состава и структуры энтомокомплексов, их трофической структуры, поиска средств управления их численностью с целью снижения вредоносности.

Условия, материалы и методы исследований. Изучение энтомокомплексов полевых культур проводилось нами в 1988-2017 гг. в агроландшафтах с орошением и в неорошаемых агроценозах. Влияние орошения на энтомокомплексы оценивалось в специализированных кормовых севооборотах, заложенных в 1988 году в ОПХ «Орошаемое» Всероссийского НИИ орошаемого земледелия (Волгоград).

Видовой состав и динамика численности фитофагов и энтомофагов фитояруса определялись нами методом кошения энтомологическим сачком по общепринятым методикам [5], а фауна герпетобия оценивалась как с использованием метода почвенных проб, так и учетом почвенными ловушками [6]. Учеты проводили по основным фенофазам (фитоярус и почвенные ловушки) в течение вегетационного периода, почвенные раскопки – дважды

(весной и осенью). Структура доминирования определялась по следующим критериям: доминанты – 5 и более %, субдоминанты 2-5 %, редкие – менее 2 %.

Все учеты проводились синхронно в агроценозах с орошением и без орошения.

Анализ и обсуждение результатов исследований. Многолетние исследования, начатые нами с 1988 года, позволили установить значительные отличия экологических условий, возникающих под влиянием орошения, в первую очередь, по параметрам характеристики продуктивности агробиоценозов и микроклимата. Разница температуры воздуха в агроценозах, орошаемых дождеванием и соответственно неорошаемых в первые три-четыре дня после полива, достигает 7-8 °С. В последующие послеполивные дни она постепенно сглаживалась, но при соблюдении режимов орошения так и не выравнялась. В целом за вегетационный период среднесуточные температуры воздуха в орошаемом агроценозе за соответствующее время складывались на 2-4 °С ниже по сравнению с неорошаемым. Наряду с этим в орошаемом агроценозе отмечено значительное повышение относительной влажности воздуха в травостое на высоте до 1 м (от 15 до 20 %), и над орошаемым участком в целом (высота до 2,5 м). Кроме того, здесь отмечено заметное уменьшение суточной амплитуды колебания температур.

Такое сглаживание экстремумов как температуры, так и относительной влажности воздуха в орошаемых условиях позволяет улучшить микроклиматические условия и комфортность обитания энтомофауны. В целом можно отметить, что в травостое орошаемых сельскохозяйственных культур формируется микроклимат, характерный для более северных и увлажненных районов России, чем для засушливого юго-востока. Таким образом, на аридных территориях орошение можно отнести к ведущему фактору оптимизации условий обитания биоты в агроэкосистемах, и, соответственно, сохранения, а отчасти и расширения его биоразнообразия в связи с возрастанием видового разнообразия и численности насекомых-мезофилов и гигрофилов. Подтверждением высказанного является отмеченная нами приуроченность отдельных видов, таких, например, как клубеньковые долгоносики, к определенным экологическим условиям. Так, на орошаемых участках люцерны, наряду с сухолюбивым видом *Sitona crinitus* Hbst., который на посевах без орошения составил 100 % сборов всех клубеньковых долгоносиков, часть его экологической ниши занял вид *S. lineatus* L.

Возрастание видового разнообразия и численности мезо- и гигрофилов в орошаемых агроландшафтах связано также и с повышени-

ем общего разнообразия условий среды обитания насекомых за счет появления новых микростаций (каналы, водосбросы, пруды-накопители и др.). В связи с этим в орошаемых агроценозах создаются разнокачественные условия для обитания каждой из обозначенных групп – гигрофилы концентрируются в околородных стациях, ксерофилы – на неположивных участках (например, углы квадратов при поливе дождевальными машинами кругового действия) и, как следствие, в значительной степени благодаря этому увеличивается биоразнообразие их сообществ.

Так, на посевах люцерны в условиях орошения нами зарегистрировано 254 вида насекомых, из которых в доминирующую и субдоминирующую группы входят 10-15 видов, а на посевах без орошения из 159 отмеченных видов к доминантам и субдоминантам относятся только 6-8. Таким образом, показана роль орошения в формировании преимущественно полидоминантных энтомологических сообществ, обладающих значительным видовым разнообразием.

Отмеченное благодаря орошению увеличение видового разнообразия энтомокомплексов обуславливается стабилизацией микроклиматической обстановки в агроценозах. Как известно [7, 8, 9 и др.], сбалансированность агроэкосистемы, способность ее к саморегуляции возможна только при достаточно большом количестве входящих в нее элементов и ее полидоминантной структуре. Монодоминантные сообщества с низким видовым разнообразием не обеспечивают устойчивости биоценозов и в результате в них становятся возможными массовые размножения вредителей, тогда как в орошаемых агроценозах в многовидовых сообществах насекомых численность фитофагов не достигает экономического порога вредности [10, 11, 12]. Особенно важно создание полидоминантной структуры энтомокомплексов в хрупких аридных ландшафтах юго-восточного региона России, расположенного на стыке степной и полупустынной зон, отличающихся крайней неустойчивостью и обедненностью энтомокомплексов в агроценозах.

Изменяющаяся в орошаемых агроландшафтах экологическая обстановка, с одной стороны, обуславливает выращивание растений с оптимизированными физиологическими показателями в клеточной структуре, с другой – в условиях орошения изменяются биологические особенности развития вредных и полезных насекомых, а также их численность. Все это напрямую отражается на взаимоотношениях между фитофагом и растением, а также на выживаемости, плодовитости, продолжительности жизни отдельных фаз и других

биологических особенностях популяции.

Так, в растениях, достаточно обеспеченных влагой, оптимизируются концентрация клеточного сока и сосущая сила листьев, что создает благоприятные условия для жизнедеятельности фитофагов с колюще-сосущим ротовым аппаратом. Согласно данным наших исследований, плотность люцернового клопа в орошаемых условиях увеличилась в 4,4 раза, тли – в 3,3, цикад – почти в 3,5 раза. Орошение люцерны также благоприятно сказалось и на заселении посевов мезофильными видами. Численность, например, люцерновой толстоножки (*Bruchophagus roddi* Guss.) в вариантах с орошением по сравнению с неорошаемыми посевами увеличилась в 2,6 раза. Как следствие этого поврежденность семян брухофагусом возросла в 2,3, а суммарные потери от семян – в 2,4 раза.

Вместе с тем, создание на орошаемых землях благоприятных для роста и развития растений микроклиматических условий положительно влияло на морфологические, органообразовательные, физиологические и биохимические процессы, способствуя тем самым значительному росту урожайности растений. При этом отмечается более интенсивное формирование генеративных органов. Усиление репродуктивной функции, высокие компенсаторные свойства растений, большая кустистость ведут к росту продуктивности. Согласно данным наших исследований, несмотря на рост вредности семян, урожайность семенной люцерны в орошаемых условиях выросла в 3,5 раза.

Изменение микроклиматических параметров почвы и приземного слоя воздуха приводят также к изменению фенологии как кормового растения, так и фитофагов. На орошаемых участках, как правило, продолжительность межфазных периодов увеличивается. Так, продолжительность периода до фазы созревания бобов на орошаемой люцерне по нашим наблюдениям увеличивается на 18-20 дней в сравнении с участками без орошения. При этом фенологический цикл развития фитофагов на орошаемых посевах сохраняет свою синхронизацию с фенологией кормового растения, увеличиваясь также от 10 до 20-25 дней в среднем. Увеличение периода активного питания личинок и имаго люцернового клопа, также как и личинок фитономуса, в условиях растянутости за счет орошения фазы формирования и молочной спелости семян, к которой приурочена откладка яиц самками желтого тихиуса и люцерновой толстоножки, привела к росту вредности всех изучавшихся видов вредителей на 30-40 % по сравнению с неорошаемым вариантом.

Орошаемые посевы являются также более благоприятным местом обитания для хищных и паразитических насекомых, выполняющих благодаря уничтожению вредителей роль биологической защиты от колюще-сосущих и других вредных для посевов насекомых. Вследствие расширения параметров экологической валентности, увеличения экологических ниш и разнообразия условий, в орошаемых агроценозах увеличивается суммарное обилие полезной энтомофауны, в том числе энтомофагов напочвенного яруса в посевах всех кормовых культур (рисунок 1).

Данные учетов почвенными ловушками показывают, что на различных культурах сравнительная численность этой группы энтомокомплекса в условиях орошения в 2,5-12,4 раз выше, чем на неорошаемых посевах. В учетах энтомофауны поверхностного слоя почвы, по нашим данным, преобладали хищники из семейства жужелиц, процент преобладания представителей этого семейства составил 82,1-85,02. При этом следует отметить, что рост численности жужелиц в орошаемых агроценозах по сравнению с неорошаемыми происходил в первую очередь за счет увеличения численности видов со смешанным типом питания, таких как *Poecilus cupreus* L., *Pseudoophonus rufipes* De Geer, *Bembidion properans* Steph., *Clivina fossor* L., *Poecilus nitens* Chaud., *Harpalus distinguendus* Duftschmid. Учитывая, что все эти виды жужелиц указаны в качестве активных хищников многих опасных для основных кормовых культур вредителей [13, 14, 15], можно говорить о том, что увеличение суммарного обилия их группировки является одним из наиболее положительных результатов воздействия орошения на карабидофауну.

Основными причинами возрастания оби-

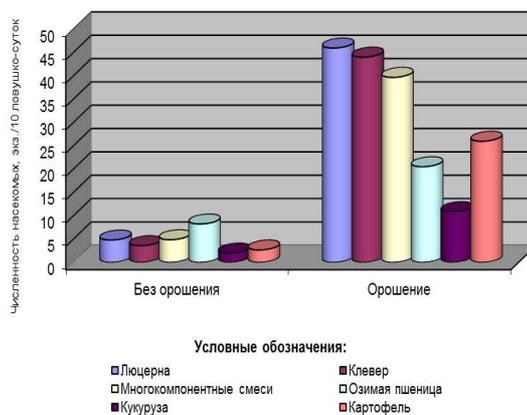


Рисунок 1 – Влияние орошения на численность жужелиц на посевах основных сельскохозяйственных культур (ФГУП «Орошаемое», Волгоград, 1988-2017 гг.)

лия полезной биоты под влиянием орошения можно считать значительное изменение микроклимата в фитоярусе и напочвенном ярусе посевов сельскохозяйственных культур в сторону повышения мезофитности, что увеличивает количество экологических ниш для энтомофагов и паразитов, подавляющее большинство которых предпочитают мезофитные и гигрофитные биотопы. Кроме этого, на орошаемых участках значительно возрастает общее число животного населения агроценозов, многие элементы которого создают кормовую базу для хищников и паразитов. Таким образом, общее увеличение численности энтомофагов при орошении, кроме благоприятного микроклимата, обусловлено также и достаточным количеством питания.

Наряду с увеличением видового разнообразия энтомокомплексов, в орошаемых условиях существенно меняется их трофическая структура. При проведении сравнительных учетов численности энтомофауны установлено увеличение на орошаемых посевах относительной численности хищных и паразитических видов насекомых. Соотношение общей численности энтомофагов и фитофагов составляет здесь 1:1,9, тогда как в неорошаемых условиях оно сокращается до 1:6,1. При отмеченном соотношении тлевых (божьих) коровок и фитонюса на орошаемых посевах (1:0,1) хищники полностью уничтожают вредителя. В условиях орошения наблюдается также оптимальное соотношение между численностью энтомофагов (хищные клопы набицы и ориусы, личинки златоглазок, сирфид) и растительноядных клопов – 1:9. При этом оптимальным считается такое соотношение, когда на одного хищника приходится не более 13 личинок растительноядных клопов [4]. На основании этих данных можно сделать вывод, что в данном случае популяция слепняков подавляется энтомо-

фагами. На орошаемых посевах соотношение энтомофагов (хищные клопы, златоглазки) и клубеньковых долгоносиков не выходит за пределы 1:0,5, при таком соотношении осуществляется подавление численности вредителя.

Соотношение энтомофагов (кокцинеллиды, личинки златоглазок, сирфид, хищные клопы) и тлей колеблется от 1:4,2 до 1:6,6, что позволяет хищным насекомым снижать численность афидиид до хозяйственно-неощутимого уровня.

На неорошаемых посевах при значительном ухудшении соотношений между энтомофагами и вредителями (по фитонюсу 1:1,9; растительноядным клопам – 1:19,7; тлям – 1:16,6; клубеньковым долгоносикам – 1:7) естественного регулирования численности фитофагов не происходит и при превышении экономических порогов вредоносности необходимы химические средства борьбы с вредными насекомыми.

Выводы. В результате исследований отмечено возрастание в условиях орошения сбалансированности агроэкосистем, повышение их способности к саморегуляции. Устойчивость и стабильность агроценозов обеспечивается за счет формирования полидоминантных энтомологических сообществ со значительным видовым разнообразием, а также оптимизации их трофической структуры. Наряду с этим отмечено возрастание численности как фитофагов, так и полезной энтомофауны. Однако на орошаемых посевах складывается более благоприятное соотношение между энтомофагами и вредителями, благодаря чему появляется возможность саморегулирования энтомофауны за счет усиления активности энтомофагов. Тем самым создается реальная возможность сохранения урожая и снижения на орошаемых посевах кормовых культур пестицидной нагрузки на 40-50 %.

Литература

1. Захаренко В.А. Пестициды в интегрированном управлении фитосанитарными рисками чрезвычайных ситуаций, вызываемых особо опасными вредителями в агроэкосистемах // *Агрехимия*. – 2016. – № 4. – С. 25-36.
2. Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Нефедова Л.И. Функционирование агробиоценозов и типы их отклика на антропогенные воздействия // *Вестник защиты растений*. – 2016. – № 4. – С. 5-18.
3. Дубровин Н.К., Байрамбеков Ш.Б., Корнева О.Г., Соколов А.С. Регулирование численности фитофагов в орошаемых агроценозах дельты Волги // *Агрехкоинфо*. – 2018. – № 1 (31). – С. 16.
4. Карпова Т.Л., Комарова О.П. Особенности формирования энтомокомплексов в орошаемых севооборотах Волго-Донского междуречья // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. – 2018. – № 3 (51). – С. 152-157.
5. Сайпулаева Б.Н. Результативность различных методов сбора энтомологического материала в эколого-фаунистических исследованиях по *Coleoptera* // *Юг России: экология, развитие*. – 2015. – Т. 10. – № 4. – С. 145-150.
6. Mykhailenko I.L., Smetana O.M. Method to study soil mesofauna as part consortium ecosystem // *Питання біоіндикації та екології*. – 2014. – № 19-1. – С. 151-156.
7. Семеренко С.А. Экология и защита растений // *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*. – 2015. – № 4 (164). – С. 103-137.
8. Юрченко Е.Г., Черкезова С.Р., С.В. Прах. Инсектициды как инструмент формирования сбалансиро-

ванных энтомоакаросистем многолетних агроценозов // Вестник АПК Ставрополя. – 2016. – № 1 (21). – С. 204-212.

9. Daniels S., Bellmore, J.R., Benjamin J.R. et al. Quantification of the Indirect Use Value of Functional Group Diversity Based on the Ecological Role of Species in the Ecosystem // *Ecological Economics*. – 2018. – Т. 153. – Pp. 181-194.

10. Matsushita K., Yamane F., Asano K. Linkage between diversity and agro-ecosystem resilience: Nonmonotonic agricultural response under alternate regimes // *Ecological Economics*. – 2016. – Vol. 126. – Pp. 23-31.

11. Allinne C., Savary S., Avelino J. Delicate balance between pest and disease injuries, yield performance, and other ecosystem services in the complex coffee-based systems of Costa Rica // *Agriculture Ecosystems & Environment*. – 2016. – Vol. 222. – Pp. 1-12.

12. Dunbar M.W., Gassmann A.J., O'Neal M.E. Impacts of Rotation Schemes on Ground-Dwelling Beneficial Arthropods // *Environmental Entomology*. – 2016. – Vol. 45. – Issue 5. – Pp. 1154-1160.

13. Белый А.И., Замотайлов А.С., Хомицкий Е.Е., Маркова И.А. Характеристика комплекса жужелиц (Coleoptera, Carabidae) агроландшафта центральной зоны Краснодарского края в начале XXI века. Сообщение 1. Сезонная динамика активности комплекса жужелиц // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 48. – С. 35-49.

14. Eyre M.D., McMillan S.D., Critchley C.N.R. Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) as indicators of change and pattern in the agroecosystem: Longer surveys improve understanding // *Ecological Indicators*. – 2016. – Vol. 68. – SI. – Pp. 82-88.

15. Ohwaki, A. Ground arthropod communities in paddy fields during the dry period: Comparison between different farming methods // *Journal of Asia-Pacific Entomology*. – 2015. – Т. 18. – Issue 3. – Pp. 413-419.

Сведения об авторах:

Мелихов Виктор Васильевич – член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, директор, e-mail: vnii0z@yandex.ru

Комаров Евгений Владимирович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: evkomarov@rambler.ru;

Комарова Ольга Петровна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: komarova62@rambler.ru;

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», г. Волгоград, Россия.

IRRIGATION - THE BASIS FOR INCREASING THE STABILITY OF ENTOMOCENOSES IN ARID CONDITIONS OF SOUTHEAST OF RUSSIA

Melikhov V.V., Komarov E.V., Komarova O.P.

Abstract. The article presents materials of perennial (1988–2017) studies on solving problems of stabilizing the phytosanitary situation in irrigated agroecosystems. The paper presents the results of studying the species abundance and insects, the patterns of their change under the influence of irrigation in the Lower Volga region. The effect of irrigation on the change in environmental conditions by the parameters of productivity of agrobiocenoses and microclimate is shown. The difference in air temperature in irrigated by sprinkling and non-irrigated agroecosystems immediately after watering reaches 7-8° C. In general, during the growing season, the average daily air temperatures in the irrigated agroecosystem were 2-4° C lower, compared to the non-irrigated. More mesophytic microclimatic conditions, which are formed under the influence of irrigation, are the leading factor determining the increase in the biodiversity of the entomocomplexes of irrigated agroecosystems due to an increase in species abundance and the number of mesophilic and hygrophilic insects. An increase in species diversity and abundance of meso- and hygrophilic in irrigated agricultural landscapes due to the emergence of new microsites (canals, spillways, storage ponds, etc.) is also shown. The formation of irrigated conditions in poly-dominant entomological communities, which increase the balance of the agroecosystem, including by optimizing its trophic structure. The changing ecological situation in irrigated agricultural landscapes determines the cultivation of plants with optimized physiological indicators, and the biological characteristics of the development of harmful and beneficial insects change under irrigation conditions. All this directly affects the relationship between phytophages and plants, as well as their survival, fertility, life expectancy of individual phases and other biological features of populations. It is noted that on irrigated crops there is a more favorable relationship between entomophages and pests, making it possible to self-regulate the entomofauna due to increased activity of entomophages. This creates a real opportunity to save the crop and reduce the pesticide load by 40-50% on irrigated crops.

Key words: entomocomplexes, irrigation, microclimate, agrolandscapes, phytophages, entomophages, ecology.

References

1. Zakharenko V.A. Pesticides in the integrated management of phytosanitary risks of emergency situations caused by especially dangerous pests in agroecosystems. [Pestitsidy v integrirrovannom upravlenii fitosanitarnymi riskami chrezvychaynykh situatsiy, vyzyvayemykh osobo opasnymi vreditelnyami v agroekosistemakh]. // *Agrokimiya. – Agrochemistry*. – 2016. – №4. – P. 25-36.

2. Pavlyushin V.A., Vilkova N.A., Sukhoruchenko G.I., Nefedova L.I. Functioning of agrobiocenoses and types of their response to anthropogenic influences. [Funktsionirovanie agrobiotsenozov i tipy ikh otklika na antropogennyye vozdeystviya]. // *Vestnik zaschity rasteniy. - Plant protection Herald*. – 2016. – №4. – P. 5-18.

3. Dubrovin N.K., Bayrambekov Sh.B., Korneva O.G., Sokolov A.S. Regulation of phytophage numbers in irrigated agroecosystems of the Volga delta. [Regulirovanie chislennosti fitofagov v oroshaemykh agrotsenozakh delty Volgi]. // *Agroekoinfo. – Agroecoinfo*. – 2018. – №1 (31). – P. 16.

4. Karpova T.L., Komarova O.P. Features of the formation of entomocomplexes in irrigated crop rotations of the Volga-Don interfluvies. [Osobennosti formirovaniya entomokompleksov v oroshayemykh sevooborotakh Volgo-Don'skogo

mezhdurechya]. // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionanoie obrazovanie*. - *Izvestiya Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex: Science and higher professional education*. – 2018. – №3 (51). – P. 152-157.

5. Saypulaeva B.N. The effectiveness of various methods of collecting entomological material in ecological and faunal studies on Coleoptera. [Rezultativnost razlichnykh metodov sbora entomologicheskogo materiala v ekologo-faunisticheskikh issledovaniyakh po Coleoptera]. // *Yug Rossii: ekologiya, razvitie*. - *South of Russia: ecology, development*. – 2015. – Vol. 10. – №4. – P. 145-150.

6. Mykhailenko I.L., Smetana O.M. Method to study soil mesofauna as part consortium ecosystem // *Pitannya bioindikatsii ta yekologii*. – 2014. – № 19-1. – P. 151-156.

7. Semerenko S.A. Ekologiya i zaschita rasteniy. [Ecology and plant protection]. // *Maslichnye kultury. Nauchno-tekhnicheskii byulleten. Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kultur*. - *Oilseeds. Scientific and technical herald of All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds*. – 2015. – № 4 (164). – P. 103-137.

8. Yurchenko E.G., Cherkezova S.R., Prakh S.V. Insektitsidy kak instrument formirovaniya sbalansirovannykh entomoakrosistem mnogoletnikh agrotsenozov. [Insecticides as a tool for the formation of balanced entomo-macrosystems of perennial agrocenoses]. // *Vestnik APK Stavropolya. –The Herald of AIC of Stavropol*. – 2016. – № 1 (21). – P. 204-212.

9. Daniels S., Bellmore, J.R., Benjamin J.R. et al. Quantification of the Indirect Use Value of Functional Group Diversity Based on the Ecological Role of Species in the Ecosystem // *Ecological Economics*. – 2018. – T. 153. – Pp. 181-194.

10. Matsushita K., Yamane F., Asano K. Linkage between diversity and agro-ecosystem resilience: Nonmonotonic agricultural response under alternate regimes // *Ecological Economics*. – 2016. – Vol. 126. – Pp. 23-31.

11. Allinne C., Savary S., Avelino J. Delicate balance between pest and disease injuries, yield performance, and other ecosystem services in the complex coffee-based systems of Costa Rica // *Agriculture Ecosystems & Environment*. – 2016. – Vol. 222. – Pp. 1-12.

12. Dunbar M.W., Gassmann A.J., O'Neal M.E. Impacts of Rotation Schemes on Ground-Dwelling Beneficial Arthropods // *Environmental Entomology*. – 2016. – Vol. 45. – Issue 5. – Pp. 1154-1160.

13. Belyy A.I., Zamotaylov A.S., Khomitskiy E.E., Markova I.A. *Kharakteristika kompleksa zhuzhelits (Soleoptera, Sarabidae) agrolandshafta tsentralnoy zony Krasnodarskogo kraya v nachale XXI veka. Soobshchenie 1. Sezonnaya dinamika aktivnosti kompleksa zhuzhelits*. // *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. (The characteristic of the ground beetles complex (Coleoptera, Carabidae) of the agrolandscape of the central zone of the Krasnodar Territory at the beginning of the XXI century. Report 1. Seasonal dynamics of the activity of the complex ground beetles. // *Proceedings of Kuban State Agrarian University*). – 2014. – №48. – P. 35-49.

14. Eyre M.D., McMillan S.D., Critchley C.N.R. Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) as indicators of change and pattern in the agroecosystem: Longer surveys improve understanding // *Ecological Indicators*. – 2016. – Vol. 68. – SI. – P. 82-88.

15. Ohwaki, A. Ground arthropod communities in paddy fields during the dry period: Comparison between different farming methods // *Journal of Asia-Pacific Entomology*. – 2015. – Vol. 18. – Issue 3. – P. 413-419.

Authors:

Melikhov Viktor Vasilevich – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Director, e-mail: vniiioz@yandex.ru;

Komarov Evgeniy Vladimirovich – Ph.D. of Biological Sciences, Senior Researcher, e-mail: evkomarov@rambler.ru;

Komarova Olga Petrovna – Ph.D. of Agricultural Sciences, leading researcher, e-mail: komarova62@rambler.ru;

All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia.