

УДК 631.67:631.153.3:633.3:632.7

СОСТАВ И СТРУКТУРА ОРОШАЕМЫХ СЕВООБОРОТОВ КАК ОСНОВА УПРАВЛЕНИЯ ЭНТОМОКОМПЛЕКСАМИ

¹Комарова О.П., ²Карпова Т.Л.

¹ФГБНУ «Всероссийский НИИ орошаемого земледелия», Волгоград, e-mail: komarova62@rambler.ru;

²ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»,
Волгоград, e-mail: calosoma.00@mail.ru

В статье рассмотрена роль севооборотов с наличием многолетних бобовых трав в управлении фитосанитарной ситуацией в агроценозах сельскохозяйственных культур за счет регулирования численности и видового разнообразия насекомых, оптимизации соотношения фито- и энтомофагов, поддерживающих численность фитофагов на уровне ниже экономических порогов вредоносности. Представлены результаты многолетнего (1988–2017 гг.) изучения энтомокомплексов орошаемых севооборотов в Нижнем Поволжье. Показана средообразующая роль состава культур севооборота как первого звена трофических цепей в формировании фауны вредителей и энтомофагов. Рассмотрено влияние фенологии растений на их заселенность фито- и энтомофагами. Исследованиями установлено, что важная роль в формировании состава и структуры энтомокомплексов принадлежит микроклимату, создающемуся в фитоярусе агроценозов. Результаты исследований указывают на неустойчивость энтомокомплексов севооборотов с наличием только пропашных культур, невозможность его саморегулирования. В статье рассмотрено значение многолетних бобовых трав (люцерны) в севооборотах как резервата и станции переживания жужелиц, доминирующих среди энтомофагов напочвенного яруса. Оптимальные условия, создающиеся в посевах многолетних трав, ведут к увеличению численности и видового разнообразия представителей этого семейства, среднесезонная численность которых за период наблюдений оказалась в 2,2–2,8 раза выше, чем в посевах ячменя, озимой пшеницы, картофеля, и в 4,4 раза выше, чем на кукурузе. Показано, что наличие в структуре севооборотов многолетних трав, расположенных вблизи полей пропашных культур, испытывающих значительные антропогенные нагрузки, способствует увеличению видового разнообразия насекомых, росту численности и равномерному распределению энтомофагов и паразитов. В результате повышается стабильность энтомокомплексов агроценозов, сокращается пестицидная нагрузка на агроландшафты.

Ключевые слова: энтомофауна, управление, видовой состав, численность, севообороты, агроценозы, агроландшафты, Нижнее Поволжье

COMPOSITION AND STRUCTURE OF IRRIGATED CROP ROTATIONS AS BASIS FOR ENTOMOCOMPLEXES' MANAGEMENT

¹Komarova O.P., ²Karpova T.L.

¹The All-Russian scientific research institute of the irrigated agriculture, Volgograd,
e-mail: komarova62@rambler.ru;

²Volgograd State Agrarian University, Volgograd, e-mail: calosoma.00@mail.ru

The article shows the role of crop rotations with the presence of perennial legumes in controlling the phytosanitary situation in agroecosystems of crops by regulating the number and species diversity of insects, optimizing the ratio of phytophages and entomophages supporting the number of phytophages at the level of economic thresholds of harmfulness. The results of the long-term study (1988-2017) of the entomocomplexes of irrigated crop rotations in the Lower Volga region are presented. The environment-forming role of the crop rotation and crop composition as the first link of trophic chains in the formation of the fauna of pests and entomophages is shown. The influence of the plant phenology on their population by phyto- and entomophages has been considered. Research has established that an important role in the formation of the composition and structure of entomocomplexes belongs to the microclimate created in the agroecosystem phyto layer. Research results indicate the instability of entomocomplexes of crop rotations with the presence of only row crops, the impossibility of its self-regulation. The article considers the value of perennial leguminous grasses (alfalfa) in crop rotations as a reserve and waiting station for ground beetles, which are dominant among ground entomophages. The optimal conditions created in the perennial grasses crops lead to increasing in the number and species diversity of representatives of this family, the average seasonal number of which over the observation period was 2.2-2.8 times higher than in the crops of barley, winter wheat, potatoes and 4, 4 times higher than on corn. It is shown that the presence of perennial grasses in the crop rotation structure located near the fields of tilled crops experiencing significant anthropogenic pressures, contributes to an increase in the species diversity of insects, an increase in the number and uniform distribution of entomophages and pests. As a result, the stability of entomocomplexes of agroecosystems is increased, the pesticidal load on agrolandscapes is reduced.

Keywords: entomofauna, control, species composition, number, crop rotations, agroecosystem, agrolandscapes, Lower Volga area

Последовательный переход к устойчивому развитию сельского хозяйства в целях обеспечения продовольственной безопасности и продовольственной независимости России, конкурентоспособности отече-

ственной продукции на мировых рынках продовольствия, снижения технологических рисков в агропромышленном комплексе определен как главное направление научно-технологического развития Российской Федерации.

ской Федерации [1]. В решении вопросов повышения устойчивости аграрного производства важная роль принадлежит блоку защиты растений, что определяется значительной вредоносностью фитофагов, болезней и сорняков, ущерб от которых в отдельные годы достигает 25–30% [2].

В литературе достаточно широко представлены результаты исследований по защите сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков в севооборотах в различных почвенно-климатических зонах России [3–5]. Вместе с тем недостаточно изучена роль научно обоснованных севооборотов с насыщением многолетними травами и с пропашными культурами в управлении фитосанитарной ситуацией агроценозов, в частности видовым составом и численностью энтомофауны. Особенно актуальна поставленная проблема в условиях орошения в аридной зоне Нижнего Поволжья, характеризующейся достаточно высокой обеспеченностью земельными, водными и тепловыми ресурсами, но недостаточным атмосферным увлажнением. Сосредоточение на юге России значительной площади орошаемых земель и стремление увеличить объем получаемой с них продукции повышает значимость блока защиты растений в условиях орошаемого земледелия, где на фоне более высокой урожайности использование средств защиты растений показывает более высокую экономическую эффективность.

Цель исследования заключается в поиске путей управления составом и структурой энтомокомплексов в орошаемых полевых севооборотах для формирования стабильных саморегулируемых энтомоценозов и, соответственно, снижения пестицидной нагрузки на агроценозы.

Материалы и методы исследования

Изучение видового состава, численности насекомых в целях управления энтомокомплексами в полевых орошаемых севооборотах проводилось нами в 1988–2017 гг. в ФГУП «Орошаемое» (Волгоград), являющемся экспериментальной базой Всероссийского НИИ орошаемого земледелия. Изучение полезных и вредных видов насекомых проводилось в севообороте с 50%-ным насыщением многолетними травами (люцерна под покровом ячменя, люцерна, люцерна, кукуруза/зерно, кукуруза/силос, озимая пшеница + пожнивные) и в севообороте, включающем только пропашные культуры (горохово-подсолнечниковая смесь, кукуруза/зерно, соя, кукурузо-

подсолнечниковая смесь, кукурузо-соевая смесь). Способ полива – дождевание, режимы орошения зерновых культур – предпосевной порог влажности 70% НВ, кормовых культур – 80% НВ.

Для изучения видового состава и динамики численности энтомофауны фитояруса и герпетобия использовали соответственно метод кошениля энтомологическим сачком и учетов почвенными ловушками по общепринятым и усовершенствованным методикам [6, 7]. Учеты проводили в течение вегетационного сезона (апрель – сентябрь) еженедельно.

Климат района исследований засушливый резко континентальный, продолжительность солнечного сияния здесь составляет 1800–2400 часов в год, период вегетации – 160–180 дней, сумма температур воздуха выше 5 °С – 3000–3900 °С. Переход к положительным среднемесячным температурам весной наблюдается в апреле-марте. Отрицательные среднемесячные температуры осенью устанавливаются в ноябре-декабре. Самым теплым в период исследований был июль (средняя температура +23,9 °С, максимум – +40,1 °, самым холодным – январь (средняя температура –9,6 °С). Абсолютный минимум температуры воздуха зимой составил –29,4 °С. За период вегетации в годы проведения исследований выпадало 176–200 мм. Колебания годовой их суммы составили от 250 до 320 мм. Почвы опытного участка светло-каштановые тяжелосуглинистые.

Результаты исследования и их обсуждение

При рассмотрении севооборотов с насыщением многолетними травами (50%) и севооборотов с участием только пропашных культур установлено, что в них складываются неравноценные условия для обитания энтомофауны. В первую очередь среди факторов, оказывающих влияние на изменение состава и структуры энтомокомплексов, следует указать состав культур. В трофических цепях «растение – фитофаги – энтомофаги» растения, как первичное звено, становятся основой для формирования комплексов насекомых – консументов второго и третьего порядков. Причем пищевой фактор особенно важен для избирательно питающихся видов насекомых – моно- и олигофагов [8].

Кроме того, формирование энтомофауны в значительной степени зависит от фенологии культуры, а также от микроклимата, создающегося в агроценозах.

Наиболее благоприятные условия для обитания, развития и размножения насекомых складываются в севооборотах с наличием многолетних бобовых трав. В таких севооборотах создается широкий спектр условий для обитания видов с самыми разными экологическими предпочтениями. Вегетация многолетних культур в течение

всего года позволяет насекомым проходить полный цикл развития на одном поле. Кроме того, на многолетних травах в сравнении с пропашными культурами минимально антропогенное воздействие, в первую очередь обработки почвы, отсутствие которых благоприятно сказывается на развитии фаз насекомых, связанных с почвой.

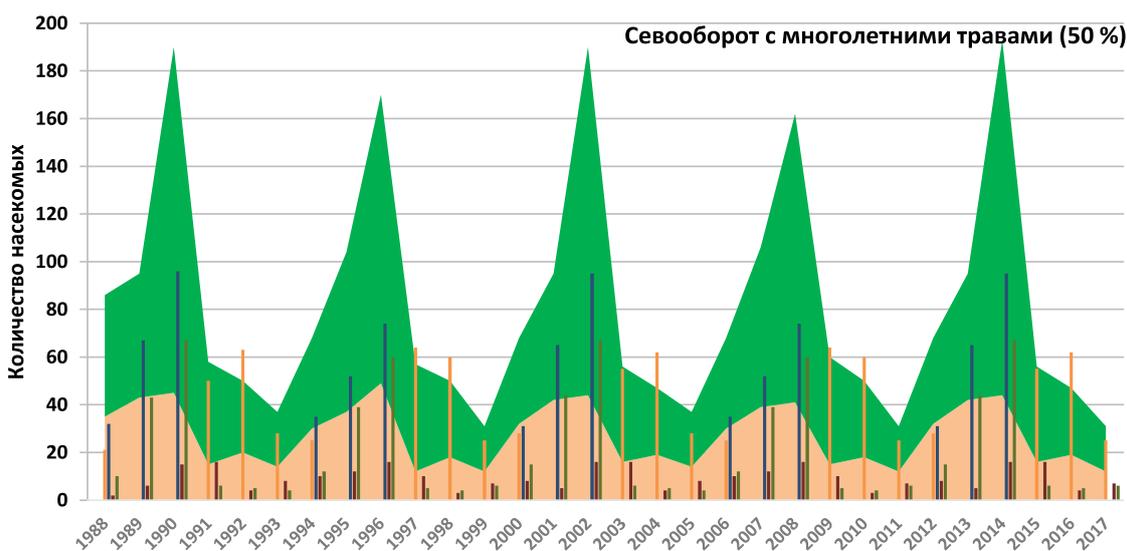
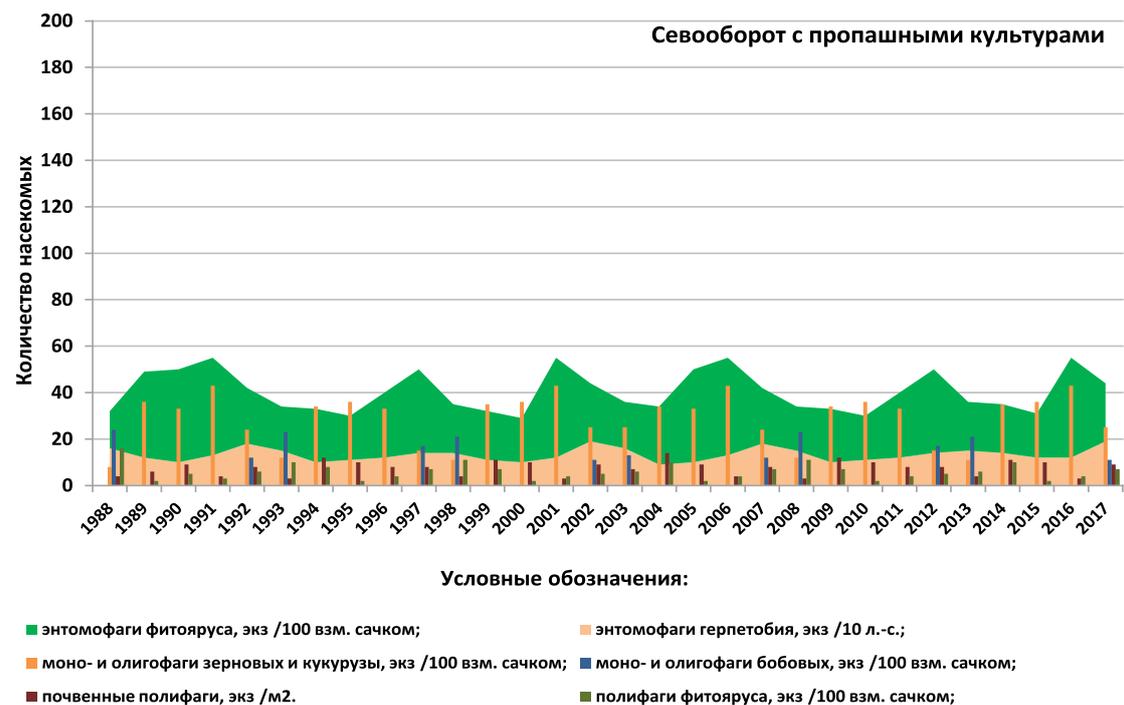


Рис. 1. Динамика численности основных трофических групп насекомых в орошаемых полевых севооборотах (ФГУП «Орошаемое», 1988–2017 гг.)

В результате создания в севооборотах с участием многолетних трав оптимальных условий для всех трофических групп насекомых (фитофагов, энтомофагов, паразитов и опылителей) формируются полидоминантные энтомокомплексы со значительным видовым разнообразием. Согласно нашим исследованиям, только в энтомоценозе люцерны зарегистрировано 254 вида насекомых, из которых 10–15 относятся к доминантам и субдоминантам, тогда как из 86 видов, отмеченных на пропашной культуре (кукурузе), в состав доминирующей группы входит 6–8 видов. Увеличение биоразнообразия энтомокомплексов на посевах многолетних трав в сравнении с посевами пропашных способствует созданию устойчивых энтомологических сообществ, в которых поддерживаются процессы саморегулирования, что способствует поддержанию экологической стабильности в агроценозах.

Анализируя динамику численности основных трофических групп насекомых (рис. 1), следует отметить, что обилие энтомофагов и паразитов в севообороте с 50%-ным насыщением многолетними травами в 2,4–2,7 раза превышает численность полезной энтомофауны в севообороте с пропашными. Соотношение численности энтомофагов и фитофагов составляет здесь 1:4,7–1:6,7, как указано в работе А.Т. Демчук с соавторами [9], при таком соотношении возможна саморегуляция энтомокомплекса.

В севообороте с наличием только пропашных культур складывается особенно неблагоприятная фитосанитарная ситуация. Значительный антропогенный прессинг, заключающийся в постоянных интенсивных механических воздействиях с применением химических средств защиты растений, образование растительного покрова необходимого для создания оптимального для мезофильных энтомофагов микроклимата только в начале лета в момент активного накопления биомассы пропашными культурами и до завершения их вегетации приводят к формированию здесь монодоминантных энтомологических сообществ с низким видовым разнообразием. Результатом этого является нестабильность биоценоза. Энтомофаги и паразиты вынуждены мигрировать на посевах многолетних трав, поскольку в агроценозах пропашных для абсолютного большинства видов нет возможности полностью закончить цикл развития. Согласно многолетним наблюде-

ниям, здесь зарегистрирована самая низкая численность полезной энтомофауны, не превышающая по всем годам исследований 58 экз/100 взмахов сачком в среднем за сезон. Вместе с тем, среднесезонное обилие видов, повреждающих сельскохозяйственные культуры, и, соответственно, их вредоносность в 1,3 раза выше.

Велика роль севооборотов с наличием многолетних трав в накоплении представителей одного из важнейших семейств напочвенной энтомофауны – жужелиц, доминирующих среди герпетобионтов [10]. Многолетние травы являются резерватами и стациями переживания жужелиц, средняя численность которых за период наших наблюдений в 2,2–2,8 раза выше, чем в посевах ячменя, озимой пшеницы, картофеля и в 4,4 раза выше, чем на кукурузе (рис. 2).

Анализ трофической структуры комплексов жужелиц показывает, что на разных культурах севооборота зоофаги составляют от 26 до 52,0%, вместе с тем виды со смешанным питанием (миксофитофаги) не наносят существенного вреда возделываемым культурам и также являются эффективными регуляторами численности фитофагов [11].

Как показано ранее, благоприятный микроклимат на посевах многолетних бобовых трав, формирующийся в напочвенном ярусе, фенологические особенности культуры и пониженный антропогенный прессинг ведут здесь к увеличению численности и видового разнообразия представителей жужелиц [10]. Пропашные культуры, вегетационный период которых длится только несколько месяцев весенне-летнего периода, создают значительно менее благоприятные условия для их обитания. Регулярные обработки почвы оказывают «катастрофическое» воздействие на обитателей напочвенного и почвенного ярусов полей пропашных культур и не позволяют большинству из них проходить здесь полный цикл своего развития. Это является основной причиной того, что в этих элементах агроландшафта жужелицы являются временными обитателями. Заселение жужелицами полей пропашных начинается с середины июня, при этом 90% энтомокомплекса напочвенного яруса составляют мигранты из прилегающих местообитаний, а в его общей численности свыше 70% принадлежит сверхдоминантному виду – жужелице волосистой (*Harpalus (Pseudoophonus) rufipes* Deg.).

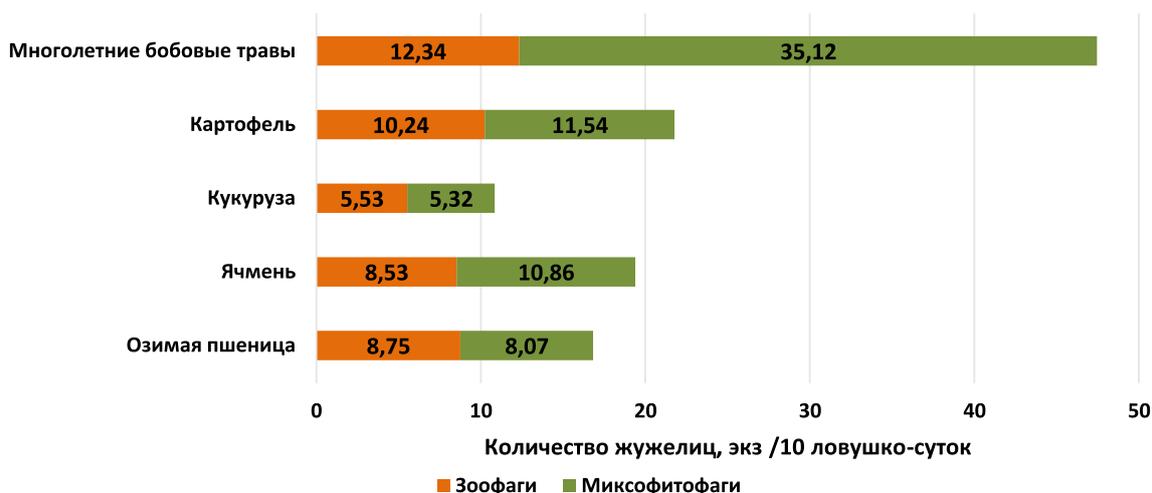


Рис. 2. Трофическая структура комплексов жуужелиц по культурам севооборота (среднее за 1988–2017 гг.)

Условия обитания жуужелиц на полях с посевами озимых культур существенно более благоприятны для этой группы напочвенных энтомофагов, но нашими исследованиями показано, что к периоду уборки озимых и последующей обработки почвы (июль – начало августа) на этих полях наблюдается максимальная численность и активность личинок красотелов (*Calosoma* spp.), которые в значительной степени гибнут при проведении послеуборочной обработки почвы, особенно при лушении стерни.

Сравнивая роль различных элементов агроландшафта с точки зрения потенциальных источников миграций жуужелиц на поля, обеспечивающих их высокую численность и видовое разнообразие в период вегетации выращиваемых культур, следует отметить, что прилегающие естественные биотопы и полезащитные лесополосы характеризуются значительно меньшим обилием этой группы энтомофагов в сравнении с полями, а учитывая незначительную площадь, занимаемую ими в агроландшафте, они не способны обеспечить миграцию на посевах существенного количества особей жуужелиц. При этом массовыми здесь являются практически не встречающиеся на полях виды *Carabus hungaricus* F., *Calathus distinguendus* Chaud., *Pterostichus niger* Schall., *Ophonus azureus* F. и др. Они являются источниками редких видов, обеспечивая увеличение общего видового разнообразия на полях, а также служат местами зимовки (в первую очередь – лесополосы) и размножения ряда видов, но не способны

обеспечить заметное увеличение их численности на посевах за счет миграций.

Наши исследования показывают, что важнейшим источником миграций жуужелиц на поля пропашных, яровых и озимых культур в Нижнем Поволжье являются поля многолетних трав. Резкое возрастание видового разнообразия представителей этого семейства (с 37 до 57 видов) и их суммарной численности (на 60–170%) на посадках картофеля, граничащих с люцерновыми полями в сравнении с удаленными, наглядно демонстрирует роль многолетних трав в орошаемых севооборотах на Нижней Волге. Результаты наших исследований подтверждаются материалами исследований, проведенными в агроландшафтах Краснодарского края Е.Е. Хомицким, А.С. Замотайловым и др. Авторы отмечают, что «основным направлением передвижения и резервации жуужелиц являются агроценозы с люцерной» [12].

Заключение

Исследованиями установлено, что севооборот играет ведущую роль в стабилизации фитосанитарной ситуации в агроценозах сельскохозяйственных культур. Основными факторами, оказывающими влияние на изменение состава и структуры энтомокомплексов, являются состав культур, микроклимат, степень антропогенного воздействия на агроценозы.

Наличие в структуре севооборотов многолетних трав приводит к формированию полидоминантного энтомокомплекс-

са, оптимизации соотношения численности фито- и энтомофагов в севообороте за счет активных миграций. В севооборотах с многолетними травами также повышается относительная численность и наблюдается оптимизация распределения хищников, обитающих в напочвенном ярусе агроценозов, среди которых доминируют представители семейства жуужелиц (*Carabidae*).

Таким образом, в севооборотах с многолетними травами повышается стабильность энтомокомплексов агроценозов за счет поддержания процессов саморегулирования энтомоценозов. При этом численность фитофагов не превышает ЭПВ, что способствует сокращению пестицидной нагрузки на агроландшафты.

Список литературы / References

1. Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449> (дата обращения: 02.11.2018).
2. Захаренко В.А. Пестициды в интегрированном управлении фитосанитарными рисками чрезвычайных ситуаций, вызываемых особо опасными вредителями в агроэкосистемах // *Агрохимия*. 2016. № 4. С. 25–36.
3. Zaharenko V.A. The Pesticides in the integrated management of phytosanitary risks of the emergency situations caused by especially dangerous wreckers in agroecosystems // *Agrohimija*. 2016. № 4. P. 25–36 (in Russian).
4. Вислобокова Л.Н., Скорочкин Ю.П., Воронцов В.А. Научные основы совершенствования основной обработки почвы в Тамбовской области // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2017. № 4. С. 42–47.
5. Vislobokova L.N., Skorochkin Ju.P., Voroncov V.A. Scientific bases of improvement of the main processing of the soil in the Tambov region // *Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skhozajstvennoj akademii*. 2017. № 4. P. 42–47 (in Russian).
6. Горянин О.И., Горянина Т.А. Перспективы возделывания полевых культур в Среднем Заволжье // *Успехи современного естествознания*. 2018. № 4. С. 49–53.
7. Gorjanin O.I., Gorjanina T.A. Prospects of cultivation of field cultures in the Middle Trans-Volga // *Advances in current natural sciences*. 2018. № 4. P. 49–53 (in Russian).
8. Денисенко В.В., Бельтюков Л.П., Кувшинова Е.К., Гордеева Ю.В. Влияние технологий возделывания на продуктивность сельскохозяйственных культур в полевом севообороте // *Вестник АПК Ставрополя*. 2016. № 1 (21). С. 172–176.
9. Denisenko V.V., Bel'tjukov L.P., Kuvshinova E.K., Gordeeva Ju.V. The impact of cultivation technologies on the productivity of crops in field crop rotation // *Vestnik APK Stavropol'ja*. 2016. № 1 (21). P. 172–176 (in Russian).
10. Артохин К.С. Метод кошения энтомологическим сачком // *Защита и карантин растений*. 2010. № 11. С. 45–48.
11. Artohin K.S. Entomological sweep-net method // *Zashhita i karantin rastenij*. 2010. № 11. P. 45–48 (in Russian).
12. 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.
13. Mykhailenko I.L., Smetana O.M. Method to study soil mesofauna as part consortium ecosystem // *Pitannja bioindikacija ta ekologiji*. 2014. № 19-1. P. 151–156 (in Ukrainian).
14. Зубков А.Ф. Агробиоценология на рубеже XX–XXI веков // *Актуальные вопросы современных сельскохозяйственных наук: материалы международной научно-практической конференции* (г. Екатеринбург, 10 марта 2016 г.). Екатеринбург: ИЦРОН, 2016. С. 27–30.
15. Zubkov A.F. Agrobiocenology at the turn of XX–XXI centuries // *Topical issues of modern agricultural sciences: materials of the international scientific and practical conference* (Ekaterinburg, 10 marta 2016 g.). Ekaterinburg: ICROН, 2016. P. 27–30 (in Russian).
16. Демчук А.Т., Дядечко Н.П., Рубан М.Б. Трипсы на посевах семенной люцерны // *Интегрированная защита растений от вредителей и болезней с.-х. культур: сборник научных трудов УСХА*. Киев, 1983. С. 11–13.
17. Demchuk A.T., Djadechko N.P., Ruban M.B. Thrips on seed alfalfa crops // *The integrated protection of plants against wreckers and diseases of agricultural cultures: collection of scientific works USHA*. Kiev, 1983. P. 11–13 (in Russian).
18. Комаров Е.В., Карпова Т.Л. Состав, структура, распределение герпетобийных жесткокрылых (*Coleoptera*) в орошаемом агроландшафте // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 12–11. С. 2350–2356.
19. Komarov E.V., Karpova T.L. Composition, structure, distribution of herpetobiont Coleoptera (*Carabidae*) in irrigated agricultural landscape // *Fundamental research*. 2014. № 12–11. P. 2350–2356 (in Russian).
20. Комаров Е.В., Карпова Т.Л. Жуужелица волосистая *Pseudoophonus rufipes* Deg. (*Coleoptera*, *Carabidae*) на полях Волгоградской области и некоторые особенности ее пищевой специализации // *Успехи энтомологии в СССР: жесткокрылые насекомые: материалы 10 съезда Всесоюзного энтомологического общества* (Ленинград, 11–15 сентября 1989 г.). Л., 1990. С. 72–74.
21. Komarov E.V., Karpova T.L. Ground beetle hairy *Pseudoophonus rufipes* Deg. (*Coleoptera*, *Carabidae*) on the fields of the Volgograd region and some features of its food specialization // *Achievements of entomology in the USSR: coleopterous insects: materials 10 of a congress of All-Union entomological society* (Leningrad, 11–15 sentjabrja 1989 g.). L., 1990. P. 72–74 (in Russian).
22. Хомицкий Е.Е., Замотайлов А.С., Белый А.И., Никитский Н.Б. К изучению миграций комплекса жуужелиц (*Coleoptera*, *Carabidae*) в агроландшафтах Краснодарского края // *Биоразнообразие, биоконсервация, биомониторинг: материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Адыгейского государственного университета* (Майкоп, 14–16 октября 2015 г.). Майкоп: Адыгейский государственный университет, 2015. С. 85–88.
23. Homickij E.E., Zamotajlov A.S., Belyj A.I., Nikitskij N.B. To the study of migration of the complex of ground beetles (*Coleoptera*, *Carabidae*) in agricultural landscapes of the Krasnodar territory // *Biodiversity, biopreservation, biomonitoring: materials II of the International nauch-but-practical conference devoted to the 75 anniversary of the Adygei state university* (Majkop, 14–16 oktjabrja 2015 g.). Majkop: Adygejskij gosudarstvennyj universitet, 2015. P. 85–88 (in Russian).