

УДК 631.147:631.95

СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ – ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Т.Г. Николаева, Б.Р. Григорьян, Л.М. Сунгатуллина

Аннотация

Биоразнообразие и почвенное плодородие являются основой устойчивого функционирования органического сельского хозяйства. При формировании органических агроэкосистем необходимо создание агроландшафта и внедрение агромероприятий, способствующих сохранению и увеличению биоразнообразия различных живых организмов и органического вещества почв. Представлены сравнительные данные, подтверждающие преимущества органического земледелия перед традиционным на основе изученного многолетнего мирового опыта по ведению органического агропроизводства, приведены критерии оценки агробиоразнообразия.

Ключевые слова: органическое сельское хозяйство, биоразнообразие, почвенное плодородие, почвенные организмы, органическое вещество почвы, сохранение аборигенной флоры и фауны.

Введение

В последние 30 лет наблюдается активное развитие альтернативных видов земледелия. Интерес к такому роду землепользования обусловлен ухудшением состояния почвенных ресурсов, снижением качества продуктов питания, уровня биоразнообразия и деградацией природных и агроэкосистем в результате их интенсивной эксплуатации при сельскохозяйственном производстве. Наибольшее распространение среди альтернативных видов земледелия получило органическое сельское хозяйство. Оно направлено на создание устойчивых агроэкосистем; поддержание и восстановление почвенного плодородия; сохранение водных ресурсов, растительного и животного мира; поддержание высокого уровня биоразнообразия животного и растительного мира; производство качественной продукции с помощью технологий, не наносящих вреда окружающей среде и здоровью человека (EU Council Regulation №834/2007, 889/2008) [1, 2]. Реализация данных целей в органических агроэкосистемах достигается путем использования технологий без применения пестицидов и других средств защиты растений, химических удобрений, ГМО, ионизирующего излучения. В целом ведение органического сельского хозяйства во многих странах регламентировано большим набором строгих норм и правил. Наиболее влиятельными организациями в мире в сфере развития данного направления сельского хозяйства являются: Международная федерация движений за органическое сельское хозяйство (IFOAM Basic Standards, IBS) [3], ФАО/ВОЗ «Кодекс Алиментариус» (Codex Alimentarius Guidelines for Organically produced food 1999/2001) [4] и члены Европейского

Союза [1, 2]. Указанными организациями разработаны стандарты по органическому сельскому хозяйству, которые являются базовыми для создания государственных стандартов и инспекционных систем. Существующие международные стандарты по органическому земледелию регламентируют отношения в сфере производства, оборота и сертификации органического производства, но не содержат конкретных требований по сохранению почвенного плодородия и биоразнообразия в органических агроэкосистемах. Отсутствуют критерии оценки агробиоразнообразия, необходимые при проведении мониторинговых исследований.

Органическое (экологическое) сельское хозяйство начинает развиваться и в России. Хотя стоит отметить, что большинство существующих научных работ в России посвящено обоснованию экономической эффективности ведения органического сельского хозяйства [5–11], недостаточно внимания уделяется вопросам сохранения, восстановления биологических и почвенных ресурсов в условиях органического земледелия.

В настоящей работе показано, что базисной основой при формировании органических агроэкосистем является сохранение биоразнообразия различных живых организмов и органического вещества почв, представлены сравнительные данные, подтверждающие преимущества органического земледелия перед конвенциональным (традиционным) на основе изученного многолетнего мирового опыта по ведению органического агропроизводства, приведены критерии оценки агробиоразнообразия.

1. Органическое сельское хозяйство и биоразнообразие в международных соглашениях

Для успешного функционирования органическое сельское хозяйство должно опираться на жизненно важные процессы, протекающие в экосистемах. Значение органического сельского хозяйства в поддержании и сохранении биоразнообразия, природных ресурсов отражено в положениях следующих ведущих международных соглашений, а также правилах, регулирующих сертификацию органического земледелия.

1. Виньоловская Декларация и План действий, принятые Международной Федерацией движения за органическое земледелие, Всемирным Союзом охраны природы и Всемирным Фондом дикой природы. В Декларации признается, что «органическое сельское хозяйство имеет важное значение для сохранения биоразнообразия и экосистем», и «просит экологов, фермеров, политиков, промышленные и международные организации поддерживать и развивать органическое сельское хозяйство как наиболее экологически чистую сельскохозяйственную систему» [12].

2. В соответствии с руководящими принципами ФАО/ВОЗ «Кодекс Алиментариус» на органические продукты питания органическое земледелие – «комплексная система управления производством, которая стимулирует и усиливает благополучие аграрной экосистемы, включая биологическое разнообразие, биологические циклы и биологическую активность почвы, что достигается использованием всех возможных агрономических, биологических и механических методов в противоположность применению синтетических материалов для выполнения специфических функций внутри системы. Основная цель органического сельского

хозяйства заключается в оптимизации здоровья и продуктивности взаимозависимых сообществ почвенных организмов, растений, животных и людей» [4].

3. Конвенция о биологическом разнообразии (КБР) «поощряет развитие технологий и методов ведения сельского хозяйства, которые не только повышают производительность, но и препятствуют деградации, а также способствуют восстановлению, реабилитации и повышению биологического разнообразия», таких, как «в частности, органическое земледелие» [13]. Кроме того, КБР включает в себя Глобальную стратегию сохранения растений на 2010 год, в которой одним из способов устойчивого использования разнообразия растений считается ведение органического земледелия [14].

4. Девятая сессия Комиссии по генетическим ресурсам для продовольствия и сельского хозяйства рекомендовала ФАО продолжить исследования, посвященные «влиянию сельскохозяйственных субсидий на состояние биоразнообразия и конкурентоспособность органического сельского хозяйства» [15].

2. Агробiorазнообразие, почвенное плодородие и органическое сельское хозяйство

Оптимальное состояние почвенной экосистемы является основой для поддержания разнообразия растений и животных на земле и, как следствие, основой производства органических продуктов питания. Хотя органическое сельское хозяйство направлено на сохранение и повышение биологического разнообразия, тем не менее еще многие вопросы требуют комплексного, системного подхода, основанного на более глубоком понимании функционирования экосистем.

Для сохранения почвенного плодородия и восстановления естественных почвенных процессов недостаточно отказаться от применения минеральных удобрений, пестицидов и синтетических добавок, необходимо создать условия, реанимирующие и поддерживающие почвенные процессы в результате их производственного использования.

2.1. Значение почвенных организмов для агроэкосистем. Важное значение «живого вещества» в формировании почвы и ее плодородия было отмечено еще В.И. Вернадским [16]:

1. Почву и ее плодородие создало и создает «живое вещество», состоящее в основном из миллиардов микроорганизмов и дождевых червей. Через живое вещество растения получают все химические элементы.

2. В почве в десятки раз больше углекислоты, чем в атмосфере, из которой растения своей наземной частью в результате фотосинтеза извлекают углерод, основной элемент после водорода и кислорода, входящий в структуру растения (в сухом веществе растения его до 90%).

3. «Живое вещество» обитает в тонком слое почвы, главным образом в пределах от 5 до 15 см глубины. По словам В.И. Вернадского, «этот тонкий слой в 10 см и создал все живое на суше». Верхний слой 8–10 см обеспечивает жизнь аэробных бактерий, а нижний слой – анаэробных, для которых кислород воздуха губителен.

В почве обитает огромное число различных живых организмов, собранных в сложные и разнообразные сообщества. По данным эколога Б. Гржимека, в слое

в 30 см на 1 м² европейской степи обитает: до 2 кг бактерий, актиномицетов и грибов (микрофлора); 100 г инфузорий и прочих простейших (микрофауна); 50 г нематод, клещей, ногохвосток и коловраток (мезофауна); 100 г моллюсков, мокриц, пауков, многоножек и насекомых (макрофауна); 500 г дождевых червей и позвоночных животных (мегафауна) [17]. Среди почвенных животных выделяют несколько экологических групп по характеру питания [18, с. 80–86]:

1) хищники-зоофаги – питаются другими животными (многие жуки-жужелицы и их личинки, стафилины, многоножки-хилоподы, пауки и др.);

2) некрофаги – питаются трупами животных (жуки-мертвоеды, личинки мясных и падальных мух и др.);

3) фитофаги – потребители живых тканей растений (личинки долгоносиков, щелкунов, пластинчатоусых жуков, голые слизни);

4) сапрофаги – питаются разлагающимися остатками растений (дождевые черви, многоножки-диплоподы, мокрицы, личинки многих жуков и мух и др.).

Корни растений также можно рассматривать в качестве почвенных обитателей в связи с их симбиотическими отношениями и взаимодействием с другими компонентами почвы. Педобионты взаимодействуют друг с другом и с различными растениями и животными в экосистеме, формируя сложную биологическую сеть. Экологические факторы, такие, как температура, влажность, кислотность, а также антропогенные факторы (в частности, сельское хозяйство и лесопользование) в различной степени влияют на сообщества педобионтов и их функции.

Почвенные организмы участвуют в круговороте питательных веществ, регулируя содержание органического вещества в почве, в поглощении и аккумуляции углерода, в изменении физической структуры почв и водного режима, способствуют эффективному поступлению питательных веществ в растения, а также поддерживают устойчивость растений к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам. Почвенные организмы жизненно важны не только для функционирования природных экосистем, но и представляют собой важный ресурс для устойчивого развития сельскохозяйственных систем.

2.2. Сохранение почв в условиях органического сельского хозяйства.

При использовании почв для производства сельскохозяйственной продукции необходимо придерживаться следующих принципов:

Поступление органического вещества в почву. Каждый из почвенных организмов занимает определенную экологическую нишу и уровень в пищевых цепях и сетях питания. Большинство педобионтов являются потребителями органического вещества, поэтому богатая органическими веществами (черноземы, серые лесные почвы) и разнообразная по источнику их получения почва, как правило, содержит широкий спектр различных почвенных организмов.

Разнообразие выращиваемых растений. Положительно сказывается расширение спектра экологических ниш и кормовых ресурсов на уровне биоразнообразия различных организмов. В связи с этим произрастающие в хозяйстве культуры должны быть смешанными, а их пространственно-временное распределение – различным, подобно структуре, существующей в природе. В условиях агроэкосистем этого можно достичь посредством адаптивно-ландшафтной системы

земледелия, севооборота или промежуточных культур. Существует множество способов повышения пространственного разнообразия посевов: частичное скашивание, кулисные посевы, чередование рядков и др. Широко известна положительная практика совместного посева лука и моркови, картофеля и бархатцев, зерновых и многолетних трав.

Охрана среды обитания почвенных организмов. Деятельность по сохранению и поддержанию почвенного биоразнообразия можно стимулировать путем улучшения эдафических условий, таких, как аэрация, температурный режим, влажность, количество и качество питательных веществ. В этом отношении уменьшенная пахота почв, минимизация уплотнения, отказ от использования минеральных удобрений, пестицидов имеют особое значение. Основы берегающего земледелия заложены известными учеными-почвоведом и земледельцами: В.В. Докучаевым, Т.С. Мальцевым, И.Е. Овсинским, В.В. Фокиным, Э. Фолкнером, М. Фукуока, Н.К. Шикулой и другими [19–27]. Основываясь на результатах их работы, считаем, что из существующих в настоящее время способов обработки почвы наиболее приемлемыми в органическом сельском хозяйстве являются безотвальные: минимальная (mini-till), поверхностная и нулевая (no-till). Во всем мире около 400 млн. га обрабатывается по технологиям берегающего земледелия. Лидерами по внедрению ресурсосберегающих технологий являются США, Канада, Австралия, Аргентина и Европейский Союз. Под нулевыми технологиями в мире занято около 100 млн. га. В частности, по данным 2008 года, под прямым посевом в США занято 25.39 млн. га, в Канаде – 12.52 млн., в Аргентине – 18.27 млн., в Бразилии – 23.60 млн., в Австралии – 9 млн. га. В России статистика применения технологии no-till не ведется, но по приблизительным данным под прямым посевом в России занято около 1 млн. га земли [28].

Кроме того, поскольку почвенное плодородие, численное обилие и видовое разнообразие почвенных обитателей напрямую зависят от содержания органического вещества в почве, то в органических хозяйствах необходимо внедрять почвозащитные, противозерозионные мероприятия. К основным таким мероприятиям относятся [29–33]:

- лесомелиоративные (лесопосадки в оврагах и балках, полезащитные лесные полосы по границам полевых и почвозащитных севооборотов, водорегулирующие лесные полосы, посадка и выращивание кустарников на ветроударных склонах);
- гидромелиоративные (закрепление днищ оврагов, берегов рек кольями, хворостом, зарослями ивы, организация каскада плетневых, фашинных запруд в оврагах с одновременной посадкой деревьев);
- агротехнические (почвозащитные севообороты, увеличение площадей под многолетними травами, прекращение выпаса скота в балках и оврагах, переход на контурно-мелиоративную организацию территории, выполаживание оврагов и балок);
- биологические (использование органических остатков, сидератов, компостов и т. д.).

2.3. Органическое сельское хозяйство и биоразнообразие почвенных организмов. Почвенная микро- и макрофауна является создателем плодородия

почв. Научные исследования, проведенные в Европе, показали, что в почвах органических хозяйств значительно повышается биологическая активность микроорганизмов, численность и биоразнообразие педобионтов [34].

Обилие дождевых червей. Биомасса дождевых червей в органических хозяйствах на 30–40% выше, чем в традиционных, а их плотность на единицу площади выше на 50–80% [34]. При сравнении с хозяйствами, вносящими минеральные удобрения, эта разница еще более заметна. Излишняя химизация почвы губительна для дождевых червей.

Дождевые черви – основные создатели почвенного плодородия [35]. Они улучшают аэрацию почвы, облегчают доступ влаги, усиливают процессы гумусообразования, нитрификации и аммонификации. Вес червей составляет от 50% до 72% всей биомассы почвы. В пищеварительном тракте червей происходит формирование гумусных веществ и обеззараживание поступившей разлагающейся органики. В копролитах червей естественных популяций содержится 11–15% гумуса на сухое вещество, а в копролитах культивируемых – содержание гумуса вдвое больше и составляет от 25% до 35% на сухое вещество. Исследованиями установлено, что каждый червь ежедневно пропускает через себя такое количество почвы, смешанной с остатками растительных тканей, сколько весит сам. Средний вес червя – 0.5 г, при средней плотности популяции червей в почве 50 особей на 1 м² получим, что одна такая популяция червей ежедневно пропускает через свой пищеварительный канал 25 г почвы, превращая ее в копролиты, или 250 тыс. г/га (250 кг на 1 га в сут). В средней полосе черви активны в течение 200 дней в году, пропуская через себя за этот промежуток времени 50 т почвы и обогащая ее гумусом на 15% [36].

Обилие членистоногих. В органических хозяйствах на 100% больше жуков-желей, на 60–70% больше жуков-стафилинид и 70–120% пауков, чем в конвенциональных [34]. Меньшая численность в традиционных хозяйствах связана прежде всего с применением пестицидов и нехваткой пищевых ресурсов. В органическом же земледелии обязательно создание по краям полей живых изгородей (лесополосы, полосы залежных земель, заросшие кустарниками и травой обочины дорог, склоны оврагов и балок, луга, нераспаханные облесенные участки среди поля), которые играют важную роль в жизни полезных членистоногих, выступая их местом обитания, зимовки, спячки, являясь также источником дополнительного питания.

Симбиотические взаимоотношения. Зерновые и зернобобовые культуры, выращиваемые в условиях органического земледелия, лучше приспособлены к получению питательных веществ от симбиотических взаимоотношений корневой системы растения. Наибольшее число симбионтов выявлено на корнях растений целинных почв, затем в органических хозяйствах, в конвенциональных же хозяйствах количество симбионтов на 30% меньше [34]. Процесс образования полезных симбиотических связей протекает интенсивнее в органических почвах, чем в почвах при традиционном земледелии [34].

Повышение численности микроорганизмов. Дождевые черви участвуют в гумусообразовании совместно с почвенными грибами, бактериями и многими другими микроорганизмами. При органическом земледелии численность и активность микроорганизмов в почве выше, чем при традиционном [34]. Микро-

организмы в органических почвах не только активизируют процесс минерализации, но и способствуют созданию стабильного органического вещества в почвах. Существует прямая связь между микробной биомассой почвы и скоростью разложения органических веществ. Биологическая активность почв способствует улучшению физических и химических свойств почв. Применение же в традиционном сельском хозяйстве пестицидов, а также глубокая отвальная пахота губительно сказывается на состоянии почвенной микробиоты. Общая биомасса микроорганизмов в органических хозяйствах на 20–40% выше, чем в традиционных хозяйствах, применяющих навоз, и на 60–85% выше по сравнению с конвенциональными хозяйствами, не использующими навоз [34]. В органических системах по сравнению с конвенциональными выше отношение микробиологического углерода к общему органическому почвенному углероду. Разница значима на глубине до 60 см, на глубине до 80 см различия не наблюдаются. Органическое земледелие способствует накоплению микробиологического углерода [34].

Ферменты. С жизнедеятельностью микроорганизмов связана ферментативная активность почв. Суммарная активность микроорганизмов в почве может быть определена путем измерения активности фермента живой клетки – дегидрогеназы. Активность ферментных систем в почвах органических хозяйств заметно выше, чем в почвах традиционных технологий земледелия. Биомасса микроорганизмов и активность ферментов тесно связаны с кислотностью почвы и содержанием в ней органического вещества, которые наиболее приближены к оптимальному значению в почвах органического земледелия [34].

Высокая энергетическая эффективность. Органическое сельское хозяйство следует экосистемной теории замкнутого (или полужамкнутого) цикла питательных веществ. При сопоставлении разнообразия и потребности в энергетических ресурсах микробиоты оказывается, что чем разнообразнее состав микробиоты, тем меньше требуется энергии на единицу биомассы для поддержания ее нормальной жизнедеятельности [34]. Разнообразные микробные популяции, присутствующие на органических полях, используют часть доступного углерода для своего развития, а другая его часть идет на создание гумуса почвы. Тем самым поддерживается оптимальный баланс углерода в почве, при котором растения и живые организмы получают достаточно питательных веществ с одновременным повышением плодородия почвы.

3. Органическое земледелие и биоразнообразие местной (аборигенной) флоры и фауны

Структура растительных сообществ и их видовой состав в органических хозяйствах наиболее приближены к типично местной, в отличие от традиционных хозяйств, что способствует сохранению естественного облика ландшафта и генетического разнообразия. В частности, окраины полей органических хозяйств и близлежащие буферные зоны являются местом обитания растений, занесенных в Красную книгу или находящихся под угрозой исчезновения [34]. Кроме того, нетронутые участки естественной местной растительности служат местом обитания и размножения энтомофагов, насекомых-опылителей, хищных птиц и млекопитающих, контролирующих численность грызунов. Сорные

растения, произрастающие на полях и в буферных зонах, также влияют на изобилие и разнообразие членистоногих и особенно полезны для насекомых-опылителей и паразитоидов. На органических полях (более 15 га) растительный мир в 6 раз более разнообразный по сравнению с традиционными полями [34]. На органических лугах среднее число видов травянистых растений на 25% больше (включая и редкие виды), чем на традиционных [34].

Получение устойчивых урожаев органической продукции невозможно без эколого-ландшафтного подхода в размещении сельскохозяйственных территорий [37]. Монотонный сельскохозяйственный ландшафт без лесополос, кустарников удобен для механизированного ухода, однако его однообразие противоречит экологическим требованиям сохранения и поддержания биоразнообразия как средства стабилизации агроэкосистем. Согласно учению В.В. Докучаева [19] в хозяйстве необходимо придерживаться оптимального соотношения пашни, леса, лугов и водных источников, притом их распределение должно быть мозаичным и равномерным по всей сельскохозяйственной территории. Установлено, что для поддержания экологического равновесия процентное соотношение между площадями естественных и преобразованных (агроценоз) экосистем должно составлять в лучшем случае 60 : 40 [36]. Исследования, проведенные в России и сопредельных странах, по изучению роли лесополос в формировании и экологических особенностей фауны герпетобионтов, подтверждают, что лесопосадки являются резерватами сохранения биоразнообразия в агроценозах [38–43]. Полезащитные насаждения повышают величину и стабильность урожаев, восстанавливают природную целостность территорий, нарушенную сельским хозяйством. По данным многих авторов, урожайность основных зерновых культур в зоне влияния лесных полос повышается на 20–40%, овощных – на 45–60%, технических культур – 20–26%, кормовых – 29–41% [33].

Для подавляющего большинства насекомых в природе характерны такие плотности популяций, которые не позволяют отнести их к вредителям. В устойчивых местообитаниях относительная стабильность средних плотностей популяций характерна для всех живых организмов в результате естественного регулирования – поддержания динамического равновесия в конкретных верхних и нижних пределах за определенный период времени вследствие действия сложной комбинации всех факторов внешней среды (биотических, абиотических и др.), воздействующих на популяцию. Увеличение плотности популяций обычно случается из-за того, что процессы, ранее сдерживающие полную реализацию репродуктивного потенциала вида, становятся менее эффективными (сокращение численности хищников, паразитов или их отсутствие, увеличение кормового субстрата, снижение уровня межвидовой конкуренции и т. д.). В целом, не принимая во внимание эволюционные изменения, вид приобретает статус вредителя из-за экологических изменений, определяемых взаимодействием антропогенного фактора, биотического и факторов внешней среды [44–49]. Численность вредителей можно уменьшить путем изменения биологических или экологических процессов, направленных на ухудшение условий существования вредителей. В органическом земледелии помимо оптимизации агроландшафта для защиты культурных растений от популяций вредоносных организмов разрешено применение биологического метода борьбы: хищные и паразитические животные,

гормональные препараты и феромоны насекомых, селекционный метод (использование местных устойчивых сортов растений). В органических агроэкосистемах России при массовом размножении вредителей можно использовать энтомофагов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (табл. 1) (включены названия класса, отряда, семейства, выверены латинские названия видов) [50].

Основная часть известных вредителей относится к типу членистоногих, представители которого отличаются выраженной реактивностью на события в агробиоценозах благодаря высокой экологической пластичности и адаптационному полиморфизму, что приводит к появлению доминантов и супердоминантов [51–57].

В целях достижения многолетней стабилизации в агроэкосистемах необходимо поддерживать биоразнообразие местной энтомофауны, орнитофауны, не ослаблять паразитоценоз и сдерживать процессы адаптивной микроэволюции в популяциях вредителей. Энтомофаги контролируют численность вредных организмов, снижая ее до такой степени, при которой небольшие повреждения не превышают экономического порога вредоносности. Особого внимания заслуживают хищные жужелицы, журчалки, божьи коровки (кокцинеллиды), муравьи и пауки. Жужелицы уничтожают личинок, куколок и яйца многих видов насекомых. Они способны к относительно дальним перелетам, поэтому уничтожают вредителей на большой площади. Одна жужелица в течение суток может истребить 7–10 личинок шелкоунов или несколько десятков клубеньковых долгоносиков [58]. Личинки журчалок или сирфид уничтожают тлей, трипсов, цикадок, гусениц младших возрастов многих других насекомых. В течение жизни (10–12 дней) они уничтожают несколько тысяч этих вредителей [58]. Личинки и жуки кокцинеллид питаются тлями, мелкими гусеницами, клещами. Особой активностью отличается семиточечная коровка, питающаяся всеми видами злаковых и других видов тлей. Личинка ее за 2–3 недели истребляет около тысячи особей тли, а имаго – ежедневно около 100 личинок и взрослых тлей [58]. Муравьи даже сравнительно небольшого муравейника уничтожают ежедневно 20–50 тыс. гусениц. Пауки истребляют многих вредителей из отряда чешуекрылых, жуков, клопов, двукрылых, перепончатокрылых, а также клещей [58].

Усиление деятельности многих энтомофагов может быть достигнуто созданием благоприятных условий (помимо вышеперечисленных) дополнительного питания взрослых насекомых. Почти все паразитические насекомые из отрядов перепончатокрылых и двукрылых в имагинальной стадии нуждаются в дополнительном питании нектаром цветущих растений [46]. Поэтому посевы различных нектароносных растений способствуют привлечению местных энтомофагов, увеличению продолжительности их жизни, плодовитости и, следовательно, эффективности. Некоторым паразитоидам нектарное питание необходимо для формирования яиц [46]. Кроме того, создание условий для обитания местных полезных насекомых, птиц, животных способствует повышению и разнообразия растений.

Таким образом, сохраняя биоразнообразие животного мира на высоком уровне, в органических хозяйствах отпадает необходимость в использовании пестицидов, приводящих к деградации экосистем.

Табл. 1

Перечень энтомофагов, разрешенных к применению на территории РФ

№	Вид энтомофага	Вид вредителя (объект борьбы), культура
Насекомые (Insecta): Полужесткокрылые (клопы) (Heteroptera, Hemiptera)		
1	Подизус <i>Podisus maculiventris</i> (Say) (Pentatomidae)	Колорадский жук <i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say) на баклажанах и картофеле
2	Дицифус <i>Diciphus errans</i> Wolff (Miridae)	Тепличная, или оранжерейная, белокрылка <i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westw., тли (Aphididae) на культурах защищенного грунта
3	Макролофус <i>Macrolophus nubilis</i> (Her.-Schaf.) (Miridae)	Тепличная, или оранжерейная, белокрылка <i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westw., трипсы (Thripidae), тли (Aphididae) на культурах защищенного грунта
Сетчатокрылые (Neuroptera)		
4	Микромус <i>Micromus angulatus</i> (Steph.) (Hemerobiidae)	Тли (Aphididae) на культурах защищенного грунта
5	Златоглазка обыкновенная <i>Chrysoperla carnea</i> (Steph.) (Chrysopidae)	Тли (Aphididae) на культурах защищенного грунта
Жесткокрылые (жуки) (Coleoptera)		
6	Циклонедра <i>Cicloneda limbifer</i> Casey (Coccinellidae)	Тли (Aphididae) на культурах защищенного грунта
7	Криптолемус <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> Muls. (Coccinellidae)	Мучнистый червец <i>Pseudococcus gahani</i> Green, подушечницы (Coccidae) на citrusовых, чае и других тропических культурах
8	Леис димидиата <i>Leis dimidiata</i> (Fabr.) (Coccinellidae)	Тли (Aphididae) на культурах защищенного грунта, за исключением томатов
9	Пропиля 14-точечная <i>Propylaea quatuordecimpunctata</i> L. (Coccinellidae)	Тли (Aphididae) на культурах защищенного грунта
Перепончатокрылые (Hymenoptera)		
10	Бракон <i>Bracon hebetor</i> Say (Braconidae)	Различные виды совок (Noctuidae), луговой мотылек <i>Pyrausta sticticalis</i> L. и другие вредные чешуекрылые на овощных, технических, плодовых культурах и винограде
11	Дакнуза <i>Dacnusa sibirica</i> Telenga (Braconidae)	Пасленовый минер <i>Liriomyza solani</i> Macg.
12	Габробракон <i>Habrobracon hebetor</i> (Say) (Braconidae)	Различные виды совок (Noctuidae), луговой мотылек <i>Pyrausta sticticalis</i> L. и другие вредные чешуекрылые на овощных, технических, плодовых культурах и винограде
13	Лизифлебус <i>Lisiphlebus testaceipes</i> (Cres.) (Braconidae)	Тли (Aphididae) на культурах защищенного грунта
14	Опиус паллипес <i>Opius pallipes</i> Wesm. (Braconidae)	Пасленовый минер <i>Liriomyza solani</i> Macg. на овощных культурах защищенного грунта: томаты, огурцы, перец сладкий, баклажаны, цветная капуста
15	Афидиус <i>Aphidius matricariae</i> Hal. (Aphidiidae)	Тли (Aphididae) на культурах защищенного грунта
16	Дибрахис <i>Dibrachys cavus</i> (Wal.) (Pteromalidae)	Гроздевая листовертка <i>Lobesia botrana</i> Den. et Schiff. на винограде

17	Оэнциртус кувана <i>Ooencyrtus kuvanae</i> (How.) (Encyrtidae)	Непарный шелкопряд <i>Ocnieria dispar</i> L., ивовая волнянка <i>Leucoma salicis</i> L., златогузка <i>Euproctis chrysorrhoea</i> L., монашенка <i>Ocnieria monacha</i> L. и др.
18	Энкарзия <i>Encarsia formosa</i> Gah. (Aphelinidae)	Тепличная, или оранжерейная, белокрылка <i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westw. на культурах защищенного грунта
19	Элазмус <i>Elasmus albipennis</i> Thoms. (Elasmidae)	Вредные чешуекрылые (Lepidoptera) на овощных, технических и плодовых культурах
20	Трихограмма <i>Trichogramma euproctidis</i> G., <i>Tr. evanescens</i> W., <i>Tr. cacoecia</i> M. (Trichogrammatidae)	Вредные чешуекрылые (Lepidoptera) на овощных, технических и плодовых культурах
Двукрылые (Diptera)		
21	Галлица афидимиза <i>Aphidoletes aphidimyza</i> (Rond) (Cecidomyiidae)	Тли (Aphididae) на культурах защищенного грунта
Паукообразные (Arachnida): Клещи паразитиформные (Parasitiformes)		
22	Амблисейус маккензи <i>Amblyseius mckenziei</i> Schet et Pr. (Phytoseiidae)	Табачный трипс <i>Thrips tabaci</i> Lind и другие виды трипсов (Thripidae) на культурах защищенного грунта
23	Метасейулюс западный <i>Metaseiulus occidentalis</i> (N.) (Phytoseiidae)	Растительоядные клещи (Eriophyidae) на плодовых культурах и винограде
24	Неосейулюс кукумерис <i>Neoseiulus cucumeris</i> (Oudemans) (Phytoseiidae)	Табачный трипс <i>Thrips tabaci</i> Lind и другие виды трипсов (Thripidae) на овощных и декоративных культурах защищенного грунта, земляничный клещ <i>Tarsonemus pallidus</i> Banks
25	Фитосейулюс <i>Phytoseiulus persimilis</i> Ath.- Henr. (Phytoseiidae)	Паутиновый клещ <i>Tetranychus urticae</i> Koch на культурах защищенного грунта

Анализ возможных путей экологизации сельскохозяйственного производства сделан академиком РАН А.В. Яблоковым в 1988 г. [46]. Он выделяет два этапа экологизации:

1) «поверхностная» экологизация, включающая различные формы биологического метода защиты, интегрированные методы защиты и селекционный метод. Однако данные методы нацелены на борьбу с уже возникшими в агроэкосистемах вредителями;

2) «глубокая» экологизация предполагает создание таких агроэкосистем, в которых вредные организмы не достигают порога вредоносности и экономически опасного уровня. Это возможно при переходе от монокультур к поликультурам и сортомесям, восстановлении и поддержании биологического плодородия почв, оптимизации сельскохозяйственного ландшафта. Второй этап экологизации сельскохозяйственного производства по А.В. Яблокову соответствует принципам органического земледелия.

4. Практические рекомендации

Принимая во внимание вышеизложенный материал, в качестве важных критериев оценки агробиоразнообразия нами выделены следующие:

- 1) естественное видовое богатство аборигенных видов;
- 2) отсутствие (минимум присутствия) чужеродных видов;
- 3) минимум выявленных нарушений природных сообществ и территорий;
- 4) присутствие редких, исчезающих, занесенных в Красную книгу видов;
- 5) высокая плотность фауны почвенных беспозвоночных;
- 6) численное обилие олигохет в почве, максимально приближенное к плотности в целинных почвах соответствующего типа;
- 7) численное обилие местных энтомофагов в буферных зонах;
- 8) присутствие индикаторных групп живых организмов и растений (индикаторов экологического благополучия);
- 9) мозаичность сельскохозяйственных территорий и их мелкоконтурность, адаптивно-ландшафтная организация территории;
- 10) разнообразие видов землепользования и, соответственно, многочисленность экотонов (мест соприкосновения разных биотопов);
- 11) степень окружения сельскохозяйственной территории природными экосистемами;
- 12) устойчивый севооборот, рациональная структура посевных площадей (с высокой долей многолетних бобовых культур);
- 13) мелкая безотвальная пахота;
- 14) внедрение почвозащитных, противоэрозионных мероприятий;
- 15) минимизация влияния антропогенного фактора (ограниченный сенокос, выпас скота и т. п. в буферных зонах).

Данными критериями можно руководствоваться при проведении мониторинга в агроэкосистемах.

Заключение

Органическое сельское хозяйство – система экологического производства, основой устойчивого функционирования которой является биоразнообразие и почвенное плодородие. Использование экологических принципов и законов в органическом земледелии способствует восстановлению и увеличению видового разнообразия, оптимальному состоянию почвенно-биотического комплекса, улучшению биологического круговорота и биологической активности почвы по сравнению с традиционным земледелием. Внедрение принципов органического земледелия в сельскохозяйственное производство позволяет обходиться без применения пестицидов, минеральных удобрений, синтетических добавок, приводящих к деградации экосистем. В условиях современного развития сельского хозяйства в России органическое земледелие может стать перспективной альтернативной формой рационального землепользования.

Summary

T.G. Nikolaeva, B.R. Grigoryan, L.M. Sungatullina. Conservation of Biodiversity and Soil Fertility is the Basis for Sustainable Development of Organic Agriculture.

Biodiversity and soil fertility are the basis for sustainable functioning of organic agriculture. During the formation of organic agro-ecosystems, it is necessary to create agro-landscape and carry out agricultural activities contributing to the conservation and increase of biodiversity

of various living organisms and soil organic matter. The article presents quantitative comparative data, which confirm the benefits of organic agriculture compared to traditional farming. These data are based on the studied long-term world experience in management of organic agriculture. The criteria for evaluation of agro-biodiversity are given.

Key words: organic agriculture, biodiversity, soil fertility, soil organisms, soil organic matter, preservation of native flora and fauna.

Литература

1. European Union Council Regulation No. 2092/91 of 24 June 1991 on organic production of agricultural products and indications referring thereto on agricultural products and foodstuffs // Official Journal of the European Union. – 1991. – L. 198. – 101 p.
2. European Union Council Regulation No. 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation No. 2092/91 // Official Journal of the European Union. – 2007. – L. 189. – 23 p.
3. The IFOAM Norms for organic production and processing. – Version 2005. – Germany, 2006. – 136 p.
4. The Codex Alimentarius Commission and the FAO/WHO Food Standards Programme. Guidelines for the production, processing, marketing and labeling of organically produced foods. – Rome, Italy, 1999. – 91 p.
5. Баннова Н.С. Организационно-экономические аспекты экологизации сельского хозяйства: Дис. ... канд. экон. наук. – Великие Луки, 2004 – 148 с.
6. Брагина Т.Е. Эффективность производства экологической сельскохозяйственной продукции (на материалах Республики Башкортостан): Автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Оренбург, 2007. – 23 с.
7. Горшков Д.В. Рынок экологически чистых продуктов: зарубежный опыт и перспективы России // Маркетинг в России и за рубежом. – 2004. – № 6. – С. 15–29.
8. Кантемиров Р.Ф. Организационно-экономические аспекты производства экологической сельскохозяйственной продукции в мире: Автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2007. – 23 с.
9. Павленко О.В. Экономический механизм повышения заинтересованности предприятий в производстве экологически безопасной продукции (на примере продовольственного рынка Ростовской области): Автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Ростов н/Д, 2007. – 24 с.
10. Цветков И.А. Повышение качества и конкурентоспособности аграрной продукции на основе эколого-инновационной деятельности (на материалах Тульской области): Автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2007. – 24 с.
11. Ярандайкин Р.С. Организационно-правовые проблемы производства и реализации экологически чистой сельскохозяйственной продукции: Автореф. дис. ... д-ра юрид. наук. – М., 1999. – 37 с.
12. IFOAM, IUCN, WWF. International Meeting on the Relationship between Nature Conservation, Biodiversity and Organic Agriculture (23 May 1999, Vignola, Italy). – 1999. – URL: <http://csdngo.igc.org/agriculture/vignola.htm>, свободный.
13. Convention on Biological Diversity / Conference of Parties Decision III/11 on Conservation and Sustainable Use of Agricultural Biological Diversity (4–15 November 1996, Buenos Aires, Argentina). – 1996. – URL: <http://www.cbd.int/decision/cop/?id=7107>, свободный.

14. Convention on Biological Diversity / Conference of Parties Decision V/9, Section C, Target 12 (15–26 May 2000, Nairobi, Kenya): Decisions Adopted by the conference of the parties to the Convention on Biological Diversity at its fifth Meeting. – Nairobi, Kenya, 2000 – 206 p.
15. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture / Report of the Ninth Regular Session of the CGRFA, Section V (14–18 October, Rome, Italy, 2002) // Food and agriculture organization of the United Nations. – Rome, 2002. – 147 p.
16. Вернадский В.И. Живое вещество. – М.: Наука, 1978. – 358 с.
17. Овсинский И.Е. Новая система земледелия / Перепечатка публикации 1899 г. (Киев, тип. С.В. Кульженко). – Новосибирск: АГРО-СИБИРЬ, 2004. – 86 с.
18. Гиляров М.С., Криволицкий Д.А. Жизнь в почве. – М.: Молодая гвардия, 1985. – 191 с.
19. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. – М.: Сельхозгиз, 1953 – 152 с.
20. Курдюмов Н.И. Мастерство плодородия. – М.: Владис, 2004. – 512 с.
21. Мальцев Т.С. Система безотвального земледелия. – М.: Агропромиздат, 1988. – 128 с.
22. Скорняков С.М. Плуг: крушение традиций. – М.: Агропромиздат, 1989. – 186 с.
23. Федоров В.М. Биосфера, земледелие, человечество. – М.: Агропромиздат, 1989. – 240 с.
24. Фокин В.В. К земле с наукой. – М., 1999. – 64 с.
25. Фолкнер Э.Х. Безумие пахаря / Пер. с англ. – М.: Сельхозиздат, 1959. – 276 с.
26. Фукуока М. Революция одной соломинки: Введение в натуральное земледелие / Пер. с англ. – М.: АккорИнформиздат, 1993. – 119 с.
27. Шикун Н.К. Почвозащитная бесплужная обработка полей. – М.: Знание, 1990. – 64 с.
28. Сутурин А. Земля разлюбила плуг // Аграрный эксперт. – 2009. – № 8. – С. 16–17.
29. Дудкин В.М. Системы севооборотов в агроландшафтах // Земледелие. – 1994. – № 1. – С. 17–18.
30. Ильина Т.А., Кузнецов А.И., Белков И.М., Мутиков В.М., Васильев О.А., Михайлов Л.Н. Контурно-мелиоративное земледелие – основа оптимизации агроландшафта. – Чебоксары: РГУП «ИПК «Чувашия», 2000. – 104 с.
31. Каиштанов А.Н. Научные основы почвоохранного земледелия // Почвозащитное земледелие на склонах. – М.: Колос, 1983. – С. 9–22.
32. Каиштанов А.Н., Щербаков А.П., Швебс Г.И., Петров Н.Г., Лыков А.М. О концепции ландшафтного земледелия // Вестн. РАСХН. – 1992. – № 4. – С. 39–41.
33. Чичкин А. «Реанимация» лесополос: Китай и Белоруссия используют наш опыт, а мы – нет // Аграрный эксперт. – 2007. – № 9. – С. 10–12.
34. Organic Farming Enhances Soil Fertility and Biodiversity: Results from a 21 Year Old Field Trial / Switzerland: Research Institute of Organic Farming (FiBL). – Frick, 2000. – Dossier No. 1. – 96 p.
35. Дарвин Ч. Образование растительного слоя земли деятельностью дождевых червей и наблюдения над их образом жизни // Дарвин Ч. Сочинения: в 9 т. – М.-Л.: Биомедгиз, 1936. – Т. 2. – С. 115–138.
36. Черников В.А., Алексахин Р.М., Голубев А.В. и др. Агроэкология: Учебник для вузов / Под ред. В.А. Черникова. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
37. Жученко А.А. Конструирование адаптивных агроэкосистем и агроландшафтов // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: Материалы докл. междунар. науч.-прак. конф. (29 сент. – 1 окт., 2004 г.). – Краснодар: Всерос. НИИ биол. защиты растений, 2004. – Вып. 2. – С. 5–31.

38. *Каргин И.Ф., Чегодаева Н.Д.* Изменения в популяциях жуужелиц в полезащитных лесных полосах на выщелоченных черноземах // Почвоведение. – 2002. – № 3. – С. 355–363.
39. *Мазура Н.С.* Характеристика комплексов напочвенных членистоногих некоторых агроландшафтов Северного Казахстана // Актуальные проблемы ветеринарной медицины: Материалы межвуз. науч.-прак. конф. – Троицк, 2001. – С. 85–87.
40. *Немцев Н.С., Каргин И.Ф., Чегодаева Н.Д.* и др. Влияние полезащитных лесных полос на видовой состав и численность карабидофауны прилегающих полей // Докл. РАН. – 2000. – № 6. – С. 13–15.
41. *Тимралеев З.А.* Фауна и экология жуужелиц пшеничных полей Мордовии // Водные и наземные экосистемы и охрана природы левобережья Присурья: Сб. науч. тр. – Саранск: Мордов. гос. ун-т, 1998. – С. 86–90.
42. *Чегодаева Н.Д.* Влияние полезащитных лесных полос на биотопическое распределение жуужелиц прилегающих полей // Охрана растительного и животного мира Поволжья и сопредельных территорий: Материалы Всерос. науч.-прак. конф. – Пенза, 2003. – С. 309–313.
43. *Шарова И.Х., Булохова Н.Д.* Динамика экологической структуры населения жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в луговых сообществах под влиянием антропогенных факторов // Фауна и экология жуужелиц лугов на Юго-западе России. – Брянск: Брян. гос. пед. ун-т, 1995. – С. 38–45.
44. *Бондаренко Н.В.* Биологическая защита растений. – СПб.: Колос, 1978 – 254 с.
45. *Логвиновский В.Д.* Экология и рациональное природопользование. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2005. – 35 с.
46. *Соколов М.С., Монастырский О.А., Пикушова Э.А.* Экологизация защиты растений. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. – 462 с.
47. *Тишлер В.* Сельскохозяйственная экология. – М.: Колос, 1971. – 455 с.
48. *Усков А.И.* Агробеоценоз как объект исследования и управления // Биологические системы в земледелии и лесоводстве. – М.: Наука, 1974. – С. 62–69.
49. *Чернышев В.Б.* Экологическая защита растений: членистоногие в агроэкосистеме. – М.: Моск. гос. ун-т, 2001. – 136 с.
50. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Справочное издание // Прил. к журн. «Защита и карантин растений». – 2009. – № 6. – 608 с.
51. *Алехин В.Т.* Луговой мотылек // Защита и карантин растений. – 2002. – № 6. – С. 15–18.
52. *Великань В.С., Иванова Г.П.* Фауна трипсов в современных теплицах // Защита и карантин растений. – 2005. – № 1. – С. 41–42.
53. *Волгарев С.А.* Проволочники – вредители картофеля в Ленинградской области и эффективные инсектициды в борьбе с ними // Вестн. защиты растений. – 2003. – № 2. – С. 64–67.
54. *Долженко В.И., Наумович О.Н., Никулин А.А.* Вредные саранчовые // Прил. к журн. «Защита и карантин растений». – 2003. – № 5. – 30 с.
55. *Махоткин А.Г., Павлюшин В.А.* Мониторинг и борьба с мухами рода *Phorbia* на озимой пшенице (рекомендации). – СПб.-Пушкин: Всерос. НИИ защиты растений, 2001. – 35 с.
56. *Павлюшин В.А.* Агроэкосистемный подход в решении фундаментальных проблем защиты растений. – 2009. – URL: www.farexpo.ru/chemforum/participation/earth_and_crop_tezisyi.doc, свободный.

57. Павлюшин В.А., Сухорученко Г.И., Вилкова Н.А. Роль защиты растений в ландшафтно-адаптивном растениеводстве // Охрана окружающей среды и «органическое» сельское хозяйство: Сб. докл. науч.-произв. эколог. семинара. – СПб., 2005. – С. 34–51.
58. Прогноз появления и распространения вредителей и болезней сельскохозяйственных культур по Чувашской Республике в 2009 году и меры борьбы с ними. – Чебоксары: ФГУ «Россельхозцентр» по ЧР, 2009. – 85 с.

Поступила в редакцию
01.12.10

Николаева Татьяна Геннадьевна – аспирант, младший научный сотрудник Института проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, г. Казань.

E-mail: *nikolaeva_tg@mail.ru*

Григорьян Борис Рубенович – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой почвоведения Казанского (Приволжского) федерального университета.

E-mail: *Boris.Grigoryan@ksu.ru, soil@kzn.ru*

Сунгатуллина Люция Мансуровна – научный сотрудник Института проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, г. Казань.

E-mail: *sunlyc@yandex.ru*