

УДК 631.58:631.6.02

DOI: 10.33764/2411-1759-2021-26-5-169-179

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ В СИСТЕМЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

**Юрий Степанович Ларионов**

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии и природопользования, тел. (383)361-08-86, e-mail: larionov42@mail.ru

**Константин Станиславович Байков**

Центральный Сибирский ботанический сад СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, e-mail: kbaikov2017@mail.ru

**Валерий Борисович Жарников**

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, профессор, директор регионального информационного центра, тел. (383)361-05-66, e-mail: v.b.jarnikov@ssga.ru

Целью работы является исследование возможностей и разработка рекомендаций по формированию устойчивого сельскохозяйственного землепользования, прежде всего в отношении охраны и защиты сельскохозяйственных угодий в системе биологического земледелия (биоземледелия). Охарактеризованы основные положения биоземледелия, его роль в реализации закона плодородия почв, обуславливающего новое видение теоретического и методологического обоснования принципов формирования устойчивых агроландшафтов. Основным результатом исследования определена система базовых мер по охране почв, обеспечивающая сохранность их плодородия в системе биологического земледелия на основе корнеоборота и регулирования эдафитных и эпифитных процессов и включающая: чередование культур на каждом поле и севообороте с различными типами корневых систем; оставление зеленой биомассы на поле с заделкой ее в верхний слой почвы и созданием мульчи; проведение агролесомелиоративных мероприятий, обеспечивающих дополнительные условия для взаимодействия биоты и косной материи; сохранение и накопление влаги (воды) как основного энергоинформационного компонента агроэкосистемы в корнеобитаемом слое почвы; сохранение целостности пахотного и других горизонтов почвы с обитающими в них и на прилегающих участках живых организмов (в биоценозе); биологическую регуляцию роста и развития культурных растений для обеспечения их защиты; проведение биостимуляции процессов разложения органических остатков. Указанное представляет собой основное содержание системы охраны почв сельскохозяйственных угодий, стабильного сохранения их плодородия в системе биоземледелия, способного стать в недалеком будущем основой экологически выверенного сельскохозяйственного производства.

**Ключевые слова:** устойчивое землепользование, почва, агроландшафт, методология, принципы, биотическая регуляция, приоритет, комплексная оценка

### **Введение**

История развития земледелия представляет собой естественный процесс смены ранее используемых систем земледелия на новые, более технологичные и экономически эффективные, начатый в давние времена, но по-настоящему осмысленный агрономической наукой в середине XVIII в. [1]. Этот процесс носит объективный характер и зависит от условий, в которых развиваются националь-

ные экономики, сельскохозяйственное и агропромышленное производство в целом, другие отрасли. Сегодня под системой земледелия понимается комплекс взаимосвязанных технологических, мелиоративных и организационно-экономических мероприятий, направленных на эффективное использование земель в общей стратегии природопользования.

В историческом аспекте выделяют следующие системы земледелия: примитивные, паровая, травопольная, плодосменная, почвозащит-

ная, адаптивно-ландшафтная, No-Till, индустриально-технологическая. При этом каждая система включает в себя ряд простых подсистем: организацию земельной территории и севооборотов, технологию возделывания культур, систему обработки почвы, систему удобрений, борьбы с сорняками, болезнями и вредителями и многие другие.

Для настоящего периода, характеризующегося глобальным экологическим кризисом, существенным изменением климата, негативной динамикой объема и качества сельскохозяйственных угодий, в первую очередь плодородия, вопрос разработки новой идеологии и отвечающей ей системы земледелия приобрел очевидную актуальность.

Снижение плодородия, обусловленное недостатками существующей системы охраны и защиты сельскохозяйственных угодий, не способной в должном масштабе предотвратить изменение рН почв, распространение водной и ветровой эрозии, опустынивание, засоление и другие процессы деградации почв, определили проблему поиска новой научной парадигмы и ее практической актуализации взамен (последовательно по времени, месту и содержанию) существующей индустриально-технологической системы, прослужившей человеку более века и уже не отвечающей всему спектру современных требований землепользования, в том числе эколого-экономического характера [2].

Определенные успехи отечественного сельского хозяйства не успокаивают специалистов, хорошо знающих его проблемы, в том числе обусловленные все более возрастающими и одновременно снижающими свою эффективность объемами минеральных удобрений и средств защиты растений [3]. Активная химизация полей становится одним из самых негативных факторов их экологического состояния, все более обостряет проблему качества основных видов продовольствия, примеры которых становятся все более многочисленными [4, 5].

Средняя урожайность зерновых в стране составляет около 2,5 тонн с гектара пашни (т/га), а в отдельных, входящих в житницу страны регионах нередко не дотягивает до 2 т/га. Конечный результат (а это более 100 млн т. зерновых) обусловлен в основном индустриальным, далеко не оптимальным вариантом хозяйст

ствия крупнейших по объемам сельскохозяйственных угодий землевладельцев страны, в то время как малый и средний бизнес с трудом выходит на окупаемость своих затрат.

В этой связи в сельскохозяйственном производстве пришло время делать ставку (и этот процесс уже начался) на принципиально новые инновационные решения, обеспечивающие не только стабильность, но и повышение плодородия почв, рост качества урожая, базирующегося на новых, природоподобных технологических основах. К их числу следует отнести положения биологического (нередко называемого органическим) земледелия, а также основополагающие принципы формирования плодородия почв, составившие содержание одноименного закона, сформулированного и развиваемого одним из авторов настоящей статьи [5]. Полагаем, что закон плодородия почв и принципы биоземледелия определяют естественный ход научно-технического прогресса в данной отрасли науки и практики, направлены на интенсификацию отечественного производства и служат достижению приоритетных национальных целей, сформулированных Президентом РФ В. В. Путиным в 2019 г. Реализация новых подходов позволит улучшить состояние сельскохозяйственных угодий, перейти к их сертифицикации и масштабному производству экологически чистой, востребованной на рынках продукции, повысить экономическую эффективность сельскохозяйственного производства.

### *Материалы и методы исследования*

В качестве исходных использованы материалы многолетней научно-практической деятельности авторов в области биологии, почвоведения, агрономии и генетики сельскохозяйственных культур, разработки и реализации проектов землеустройства и кадастровой деятельности, обобщения своих результатов и результатов статистики. В качестве теоретических методов – абстракция, идеализация, синтез, обобщения, системный подход и анализ; в качестве экспериментальных – наблюдение, сбор, систематизация и обработка результатов, в том числе дистанционного зондирования, экономической, сельскохозяйственной и земельно-кадастровой статистики [6–12]. Отме

тим также использование философско-методологических оснований науки, подчеркивающих неизбежность и назревшую необходимость смены траекторий развития ее наиболее социально значимых отраслей [13–15].

### ***Результаты исследования***

Современные культурные растения в значительной мере унаследовали приуроченность их диких предков к определенным природно-географическим и экологическим условиям. Поэтому оценка плодородия даже одной и той же почвы под разные культуры может существенно различаться.

При этом почва благодаря своим особым качествам играет огромную роль в существовании биосферы Земли. Она является особым природным телом и выступает как важная среда для существования огромного количества видов живых организмов. Находясь в состоянии непрерывного обмена веществом и энергией с атмосферой, биосферой, гидросферой и литосферой, фитоценоз и почвенный покров выступают как незаменимые условия поддержания сложившегося на Земле равновесия, столь необходимого для развития и существования всех многообразных форм жизни. Одновременно почва выступает мощнейшим антропогенным фактором, обладая свойством плодородия и выступая как основное средство производства в сельском и лесном хозяйствах [16–18].

В агрохимии и практическом земледелии, принято считать, что урожаи культур формируются преимущественно за счет минеральных элементов самой почвы, значимость органического вещества (ОВ) определяется, прежде всего, его ролью в формировании питательного режима почвы, через минерализацию и гумификацию его. Существует также мнение, что ухудшение баланса гумуса, содержания углерода в почве и отсутствие оптимального сочетания элементов минерального питания для каждой культуры, в конкретных почвенно-климатических и агроэкологических условиях, в определенные фазы роста и развития есть главные причины недобора урожаев и низкой стабильности земледелия [19, 20]. Считаем, что это достаточно общие представления, по-

скольку для каждой культуры и множества агроэкологических условий в каждый конкретный момент и фазу развития растений существуют свои оптимальные показатели и их соотношения, тем более в сочетании с биотой почвы и ее свойствами. Поэтому целенаправленный процесс управления агроэкологической системой сложен, но возможен с использованием адекватных условиям ее продукционных процессов интегральных показателей.

В интенсивном земледелии управление продукционным процессом растений осуществляется в основном с помощью минеральных удобрений, пестицидов и регуляторов роста растений. Ценность ОВ сводится, как правило, к его промежуточной роли – лишь к способности улучшать агрофизические, водно-физические, технологические и фитосанитарные свойства почвы. Главная роль отдается процессам химизации. Данное обстоятельство и определяет поиск нового, отвечающего современной эпохе, решения.

Усиливающаяся неустойчивость продуктивности полей, повсеместное падение плодородия почв при возрастающих требованиях к экологизации сельскохозяйственной отрасли диктуют необходимость смены старых и установления новых подходов к ведению земледелия. Успешное разрешение поставленной проблемы по восстановлению почвенного плодородия, устранение и минимизация влияния основных негативных факторов современного земледелия в значительной степени обусловлено сложившимися представлениями о природе высоких урожаев – практически предельного уровня интенсификации и широкой химизации сельскохозяйственного производства [12, 16, 17].

При этом специалистам хорошо известны результаты микроморфологических исследований, показавших, что даже небольшие дозы минеральных удобрений (30–45 кг/га) отрицательно влияют на микроструктуру почвы: уплотняют упаковку микроагрегатов, снижают водоудерживающую способность почв и, как результат, урожайность возделываемых культур [5, 18–20]. Изменения в почве под влиянием отдельных технологий связаны с потерей гумуса, усилением подвижности минеральных элементов, водно-физических

свойств, других качеств. Это ведет к деградации почв, их биоты и абиотических систем, нормальное функционирование которых во многом зависит от их физико-химических свойств и органического вещества, содержащегося в почве [5, 6, 18, 19].

Детальный анализ современной ситуации, выполненный в работе [17], показал все большую зависимость далеко не сверхвысоких урожаев большинства распространенных культур от объемов вносимых в почвы минеральных удобрений, еще более усугубляемую их энергетическими эквивалентами [20].

Принципиально изменить ситуацию способно биоземледелие с его основными принципами, в том числе определяемыми законом плодородия почв, понимаемое нами как управляемый процесс возделывания культурных растений со стабильно поддерживаемым плодородием почвы в конкретных агроэкологических условиях, во взаимодействии почвы с различными видами растений, животных и микроорганизмов, обеспечивающих их защиту от болезней, вредителей и сорных растений биологическим путем, в основе которого лежит синтез органического вещества и его трансформация в различные почвенные органо-минеральные формы. Следует также подчеркнуть, что почва в данном процессе играет важнейшую объектно-предметную роль, обеспечивая устойчивую взаимосвязь своего вещественного состава – живой и косной материи с биосферой планеты на основе круговорота вещества и энергии [5, 8].

Новая методология выдвигает в основу земледелия следующие принципы: корнеоборот – чередование в пределах поля растений с различными типами корневых систем взамен минеральным удобрениям и пестицидам – химическим загрязнителям окружающей среды, снижающих плодородие почв; регулирование эдафитных и эпифитных процессов, определяющих биологическую защиту растений от вредителей, болезней и сорняков, дополняющее действие принципа искусственного отбора в виде ограниченного набора культурных растений в севооборотах (плодосмен), связанного с хозяйственной целесообразностью одновидовых посевов, а также борьбой с сорными растениями, болезнями и вредителями химическими методами.

Биоземледелие основывается на эволюционно-генетическом и эколого-генетическом принципах взаимодействия косной и живой материи, обусловивших формирование различных видов почв и их плодородие на планете. Несоблюдение этих принципов в процессе сельскохозяйственного производства: использование почв под посев чистых культур без значительного расширения генетического разнообразия агроценозов на основе меж- и внутривидового взаимодействия растений, животных, микроорганизмов в конкретной агроэкосистеме; функционирование их по принципу искусственного, а не естественного отбора, лежащего в основе существования экосистем и биосферы в целом, ведет к деградации и падению почвенного плодородия.

Становится очевидным, что основным фактором почвенного плодородия является органическое вещество, консервирующее энергию Солнца в химически связанной форме и являющееся главным источником энергии для развития различных живых форм – растений и животных, а также почвы и ее плодородия. Основным источником первичного ОВ, поступающего в почву под естественным фитоценозом, являются остатки растений. Количество их зависит от вида растительных сообществ, увеличиваясь от зоны тундры к зоне широколиственных лесов в 5–6 раз. Максимальное ежегодное количество растительного материала поступает в почвы умеренно засушливой степи (примерно в 2 раза больше, чем под лесами и колками). В сухой степи, в полупустыне и пустыне поступление в почву ОВ резко уменьшается; в субтропической и тропической зонах значительно повышается. Фактически ОВ почвы – это отмершие остатки растений, микроорганизмов, почвенных животных и продуктов их жизнедеятельности. Первичное ОВ, поступившее в почву, подвергается сложным превращениям, включающим процессы разложения, вторичного синтеза в форме микробной плазмы и гумификации. Сочетание названных процессов приводит в биологически активных почвах к образованию сложной смеси органических веществ, включающей: малоразложившиеся растительные остатки с сохранившейся структурой, промежуточные продукты разложения органических остатков (например, лигнин),

коллоидные комплексы собственно гумусовых веществ, или остаточного происхождения, растворимые органические соединения, которые минерализуются (или полимеризируются).

Сегодня четко показано [1, 3–6], что взаимодействие такого сложного конгломерата органических веществ с минеральной частью почвы представляет собой существеннейшую черту почвообразовательного процесса.

Растительные остатки зерновых культур содержат питательных веществ меньше, чем растительные остатки бобовых. Озимая пшеница, ячмень, овес содержат в корнях 0,9–1,3 % азота, 0,2–0,3 % фосфора, в пожнивных остатках – 0,4–0,9 % азота и 0,1–0,2 % фосфора. В корневых остатках гороха, фасоли содержится 1,2–2 % азота, 0,2–0,8 % фосфора, 0,3–1,9 % калия, а в пожнивных остатках, соответственно, 0,7–1,7 %, 0,3–0,5 % и 0,5–1,2 %.

Корни и стерневые остатки растений после отмирания разлагаются в результате деятельности микроорганизмов и фауны почвы. Микрофлора использует органический материал в качестве источника пищи и энергии. На ход и скорость разложения влияют, во-первых, внешние условия среды, зависящие от типа почвы и климата, влажности, температуры, рН почвы, содержание в ней кислорода и питательных веществ и, во-вторых, химический состав растительных остатков.

Особое значение имеет отношение С : N в органическом веществе. Свежее органическое вещество растительных остатков с узким отношением С : N стимулирует развитие микрофлоры почвы, которая за 7–15 дней разлагает ее полностью, так как является для микрофлоры доступным источником питания с высоким содержанием азота.

Как же с позиций методологии биоземледелия формируется само плодородие почв связанное в первую очередь с разложением органического вещества – минерализацией и гумификацией – накоплением сложного органо-минерального комплекса?

Обобщая научное знание о почве, отметим особую роль в почвообразовании наличия минеральной материнской (литогенной) основы, органических растительных остатков, живых почвенных организмов и зеленых растений.

Указанные факторы способны при наличии определенного гидротермического режима определить комплекс должного уровня активности почвенных и иных гео- и биохимических процессов взаимодействия продуктов жизнедеятельности растений и микроорганизмов с минеральными соединениями материнской породы, превращения породы в почву, создания требуемых условиями плодородия органо-минеральных комплексов, формирования почвенного плодородия, синтеза и разрушения органического вещества, концентрации элементов зольного и азотного питания растений, ряда других. Следует подчеркнуть, что все это осуществляется на основе эволюционного и эколого-генетических принципов существования живого в биосфере [1–6].

При этом синтезированное органическое вещество является основной формой энергии, используемой живой материей в процессе ее эволюции, и одновременно связующим звеном живой и косной материи в биосфере. Именно ОВ, поступающее в почву в виде растительных остатков и подвергнутое биотой биохимическим преобразованиям, обуславливает многообразие свойств почвы, в том числе плодородие, а также регулирует фактически все биохимические процессы клетки, активизирует поглощение ультрафиолетового излучения растениями, ускоряя процесс фотосинтеза в листьях, приобретающих интенсивную зеленую окраску [5, 6]. ОВ содержит в своем составе целый ряд ценных микроэлементов (медь, цинк, бор, марганец, молибден, кобальт), которые при разложении образуют с гуминовыми веществами комплексы, легко усваиваемые растениями, и именно гуминовые вещества наиболее эффективно транспортируют микроэлементы в растение.

Последующая минерализация ОВкратно увеличивает в почве содержание легко растворимых в воде калийных, азотных и фосфорных соединений, позволяет уменьшить дозу вносимого NPK до 80 %. Биохимические преобразования органических веществ в гуминовые вещества активизируют обменные процессы в растительных организмах, стимулируют синтез этих веществ, повышающих устойчивость растения к различным стрессам и улучшающих качество собираемого урожая.

Учитывая все вышеперечисленное, можно сделать вывод, что ОВ и активность биоты почвы позволяют поддерживать почвенное плодородие, улучшать урожайность и ее сохранность; защитить растения от бактериальных и грибковых заболеваний, усилить развитие корневой системы растений и их дыхание, повысить устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды (засуха, избыточное увлажнение, заморозки); производить более качественную в экологическом отношении продукцию (с высоким содержанием витаминов, сахаров и других ценных веществ); повысить эффективность минеральных удобрений (сократить их дозы на 50–80 %) и пестицидов (сократить до 40–70 %) и многое другое.

Обобщая вышеизложенное, кратко раскрывающее физико-химическую, почвоведческую и агрономическую сущность исследуемых процессов, можно сделать вывод, что ОВ, восстанавливая в почве баланс утраченной урожая органики, поддерживает как стабильность ее плодородия, так и сам процесс существования и эволюционного развития.

### **Обсуждение результатов**

Представленный материал в целом дает представление об основном содержании теоретико-методологической концепции формирования и сохранения плодородия почв в системе биологического земледелия. Ключевыми факторами здесь являются основные условия обеспечения плодородия, положенные в основу одноименного закона: поддержание баланса ОВ, в последующем трансформирующегося в сложные, требуемые растениями органо-минеральные комплексы; использование в севооборотах растений, обеспечивающих корнеоборот с перемещением нужных для питания растений элементов из нижних в верхние горизонты почвы; регулирование эдафитных и эпифитных процессов с использованием современных биопрепаратов, обеспечивающих основной комплекс защиты почве и культурным растениям.

Биоземледелие в данном случае следует трактовать как комплекс мероприятий по сохранению и повышению плодородия почвы, урожайности сельскохозяйственных культур,

основанный на использовании естественных почвообразовательных процессов, направленных на создание устойчивых агробиогенотозов и не нарушающих ход естественных биогеохимических круговоротов в агроландшафтах и природных процессов в биосфере.

С целью отражения практики управления круговоротами элементов питания, принципов и признаков обеспечения плодородия почв в агроэкосистемах, выявляемых в процессе осуществления его мониторинга, полезна формулировка биоземледелия, отражающая его научно-технологическую суть и представляющая биоземледелие управляемым человеком процессом возделывания культурных растений и повышения плодородия почвы в конкретных агроэкологических условиях, во взаимодействии с дополнительными видами растений (участвующими в корнеобороте, сидератами и др.), животными и микроорганизмами, а также регулированием эдафитных и эпифитных процессов в агрогенотозе, обеспечивающих биологическую защиту почвы и растений от болезней, вредителей и сорняков.

Наиболее подходящими для корнеоборота и использования в качестве поукосных, пожнивных и сидеральных культур для центральных районов страны и Западной Сибири следует отнести в первую очередь такие культуры, как люцерна, люпин, горох, вика, клевер, рапс, сурепица, редька масличная, донник и др.

Формируя таким образом на основе корнеоборота набор культур, обеспечивающий оптимальный баланс органического вещества почвы с учетом его количества и качества в любой почвенно-климатической зоне страны, мы создаем надежную базу плодородия почвы и гарантию стабильных и высоких урожаев возделываемых культур фактически без внесения минеральных удобрений и не создавая традиционных агроэкосистемных проблем.

С позиций методологии корнеоборота как принцип биоземледелия моделирует эволюционно-экологический процесс целенаправленного меж- и внутривидового взаимодействия живых организмов между собой и косной материей в агрогенотозе. Агрогенотическое разнообразие практически отражает эволюционно-эколого-генетические принципы формирования почвы как геологического объекта на ос-

нове кругооборота веществ и энергии, принципов естественного и искусственного отборов растительных и других сообществ. Такой подход раскрывает процесс повышения плодородия почв в сельскохозяйственном производстве за счет накопления необходимых элементов питания для возделываемых культур. А моделируемые межвидовые и внутривидовые взаимодействия живых организмов в процессе корнеоборота могут быть усилены целенаправленным применением биологических методов защиты растений и почвы, активнее запускающих процессы гумификации и минерализации органического вещества в почве (обеспечивающих круговорот химических элементов в ней) регулирующие механизмы экологической и биологической безопасности возделываемых культурных растений; с экологической точки зрения – деструкторов органических остатков, регуляторов численности энтомофагов, фитофагов, возбудителей болезней и сорных растений.

Таким образом, биоземледелие с реализацией принципа корнеоборота становится управляемым человеком процессом возделывания сельскохозяйственных растений, повышения их урожайности на основе накопления нужных макро- и микроэлементов, стабильного сохранения и наращивания плодородия почв и защиты возделываемых растений на эволюционном и эколого-генетическом принципах их существования.

Методологически суть биоземледелия, обобщаемого в качестве основной системы земледелия недалекого будущего, также достаточно обоснована: его элементы понятны, апробированы, их механизмы в разное время подтверждены теорией и практикой [12, 21–24], поэтому стоит задача системно их осмыслить и технологически объединить на основе представленной нами концепции. Именно системный анализ принципов биологического земледелия, его природных форм, принципов и методов, поиск возможных природоподобных дополнений, а также наиболее общих условий рациональной реализации компонентов позволило сформулировать концептуальное положение – закон почвенного плодородия, определившего общий подход к обеспечению почвенного плодородия произвольной агросистемы.

Дадим агроэкологическую трактовку закона в следующем виде: плодородие почвы в любой агроэкологической зоне пропорционально балансу органического вещества в ней и подвижных минеральных элементов, включает процессы синтеза органического вещества и всей биоты в агроэкосистеме, трансформации его в сложные органо-минеральные комплексы, обеспечивающие малые круговороты химических элементов в биосфере.

Закон плодородия почвы соответствует эволюционно- и эколого-генетическому принципам возникновения и существования почвы, показывает теоретически обоснованный механизм создания антропогенно устойчивого агроэкологического комплекса, разработки новых технологий, повышающих потенциальный и эффективный ресурс биосферы и сельскохозяйственного производства на основе управления плодородием почв и фитосанитарным состоянием агроэкосистем.

В наблюдаемом сегодня вытеснении или сильном подавлении отдельных компонентов биоценоза кроется опасность выхода почвенного сообщества на новый экологический уровень, где процессы почвообразования будут протекать только в очень узких интервалах физических и химических показателей почв. Это приведет к еще большей зависимости эффективного и потенциального плодородия от климатических условий, к снижению устойчивости урожаев, которое наблюдается не только в Западной Сибири. Дальнейшее применение средств химизации в целях повышения урожайности сельскохозяйственных культур усилит расшатывание агробиогеоценозов.

Остановимся еще на одном факторе плодородия почвы – воде ( $H_2O$ ). Воду следует отнести к важнейшему из элементов питания, так как нарушение водообмена между биотой и косной материей ставит под угрозу эффективный обмен биосферных веществ и энергии, ведет к резкому снижению продуктивности сельскохозяйственных растений и деградации почвы. Следует помнить, что все живые организмы состоят на 70–90 % и более из воды. Следует обратить внимание на воду как на информационный фактор, обеспечивающий гармонизацию роста и развития живых организмов. Заметим, что эти свойства воды почти не

изучены. Вода в процессе ее участия в метаболических процессах выполняет помимо функции растворителя функцию информационную, которая обуславливает весь процесс синтеза органического вещества на планете, на каждом поле, в каждом организме и в каждой его клетке. Ее изомерная и кластерная структура способна передавать и хранить информацию о многих биохимических процессах и влиянии на них внешних факторов.

Отсюда следует вывод: биохимические и информационные свойства воды, обеспеченность ею всей биоты почвы являются главным условием формирования почвенного плодородия и урожайности сельскохозяйственных растений.

Отметим еще два фактора роста плодородия. Первый: создавая методологическую основу будущих технологий биоземледелия, следует отметить, что скорость процессов разложения и вторичного синтеза в форме микробной плазмы и гумификации органических остатков в почве зависит прежде всего от их состава, поэтому регулирование биологического разнообразия на основе корнеоборота и управления эдафическими и эпифитными процессами является основой биоземледелия; это убедительно показала агрохимия: чем больше в растительных остатках содержание легко расщепляемых микроорганизмами веществ, особенно водорастворимых, чем уже соотношение углерода и азота (C:N), тем интенсивнее подвергается органическое вещество микробиологическому распаду.

Второй фактор говорит о том, что в почве при выращивании растений происходят одновременно два противоположных процесса: накопление органического вещества и его разложение. Интенсивностью обоих процессов, их соотношением определяются конечные результаты (т. е. баланс органического вещества в агроценозе), по которым оценивают влияние данной культуры в севообороте или в монокультуре на почву. Если конечный результат положительный, за культурой признаются свойства улучшать плодородие почвы, и наоборот; причем на процесс разрушения органического вещества влияют не столько сами культуры, сколько биота почвы и приемы их возделывания.

Все вышесказанное свидетельствует о необходимости специализированного мониторинга почвенного плодородия с уточнением целей и содержания задач, стоящих перед специалистами данного профиля. Мониторинг позволит отслеживать уровень и качество воздействия на плодородие почв сельскохозяйственных технологий, а также оперативнее разрабатывать и внедрять новые экологически безопасные технологии, что очень важно для многих миллионов гектаров сельскохозяйственных земель.

### **Выводы**

В результате проведенного исследования обсуждена система биологического земледелия, выступающая современной инновационной моделью недалекого будущего не только отечественного, но и мирового земледелия. На основе обсуждения принципов управления плодородием почв, продуктивности растений и устойчивости агроценозов в данной системе, теоретическую и методологическую основу которой составляет закон плодородия почв, сформулирована система мер по охране и защите почв; в первую очередь сбережения, восстановления и улучшения их плодородия.

Основным мерами, обеспечивающими решение данной задачи, определены:

- чередование культур на каждом поле севооборота с различными типами корневых систем: мочковатой, промежуточной, стержневой, относящихся к различным видам согласно существующей систематики растений;
- чередование культур в севообороте: плодосмен, пожнивные, поукосные культуры и сидераты с обязательным оставлением их биомассы на поле, заделкой ее в верхний слой почвы и созданием мульчи, а также агролесомелиоративных мероприятий, обеспечивающих дополнительные условия для тесного взаимодействия биоты и косной материи;
- сохранение и накопление влаги (воды) как основного энергоинформационного компонента агроэкосистемы в корнеобитаемом слое почвы;
- сохранение целостности пахотного и других горизонтов почвы, обитающих в ней и на прилегающих участках живых организмов, (в биоценозе);



– биологическая регуляция роста и развития культурных растений для обеспечения их защиты от фитофагов, возбудителей болезней, сорных растений, а также проведение биостимуляции процессов разложения органических остатков;

– основным механизмом контроля результативности предложенных мер должен стать инструментальный, в основном с применением методов дистанционного зондирования сельскохозяйственных угодий, мониторинг почв.

– экологические и биосферные последствия, так как их влияние распространяется на сотни миллионов гектар.

Таким образом, реализация современной системы охраны сельскохозяйственных угодий обуславливает особое внимание к системе биологического земледелия, принципы которого, как и содержание закона плодородия почв, становятся теоретической и методологической основой нового технологического уклада сельскохозяйственного производства.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Березин Л. В., Кленов Б. М., Леонова В. В. Экология и биология почв. – Омск : ОмГАУ, 2008. – 122 с.
2. Каштанов А. Н. Сохраним и преумножим плодородие земли // Земледелие. – 1999. – № 3. – С. 7–8.
3. Татаринцев Л. М., Татаринцев В. Л., Кирякина Ю. Ю. Организация современного землепользования на эколого-ландшафтной основе : монография. – Барнаул : Изд-во АГАУ, 2011. – 106 с.
4. Конев А. А. Система биологизации земледелия. – Новосибирск : НГАУ, 2004. – 51 с.
5. Ларионов Ю. С. Биоземледелие и закон плодородия почв. – Омск : СГГА, ОмГАУ, 2012. – 207 с.
6. Яшутин Н. В., Дробышев А. П., Хоменко А. И. Биоземледелие (научные основы, инновационные технологии и машины). – Барнаул : АГАУ, 2008. – 191 с.
7. Киреев А. К. Концепция развития систем земледелия Казахстана // Глобальные изменения климата и биоразнообразия : материалы II Международного конгресса. – Алматы : КазНИИЗиР, 2015. – С. 108–112.
8. Ларионов Ю. С. Альтернативные подходы к современному земледелию и наращиванию плодородия почв (новая парадигма) // Вестник СГГА. – 2013. – Вып 1 (21). – С. 49–60.
9. Рунов Б. А., Пильникова Н. Основы технологии точного земледелия: зарубежный и отечественный опыт. – М. : Росинформагротех, 2010. – 120 с.
10. Захарова Н. И. Мониторинг почв земель сельскохозяйственного назначения : сущность, цели и задачи // Вестник ПАГС. – 2012. – № 312. – С. 117–121.
11. Жарников В. Б., Ларионов Ю. С. Мониторинг плодородия земель сельскохозяйственного назначения как механизм их рационального использования // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 1. – С. 203–210.
12. Гончаров П. А., Гамзиков Г. П., Каличкин В. К., Ашмарина А. Ф., Христоф Ю. А. Методология системного проведения научных исследований в растениеводстве, земледелии и защите растений : метод. положения. – Новосибирск : СО РАСХН, 2014. – 77 с.
13. Варламов А. А., Гальченко С. А., Ключин П. В. Современные проблемы развития агропромышленного комплекса России // Аграрная Россия. – 2015. – № 6. – С. 18–22.
14. Аграрная реформа в постсоветской России. – М. : Депо, 2015. – 352 с.
15. Волков С. Н., Комов Н. В., Хлыстун В. Н. Как достичь эффективного управления земельными ресурсами в России? // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2015. – № 3. – С. 3–7.
16. Хабарова И. А., Непоклонов В. Б. Российский и зарубежный опыт прогнозирования и планирования использования земель // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2017. – № 3. – С. 100–104.
17. Липчиу Н. В., Гагай И. В. Эффективность использования земель в сельскохозяйственных организациях Краснодарского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 96. – С. 422–431.
18. Красницкий В. М., Шмидт А. Г. Динамика плодородия пахотных почв Омской области и эффективность использования средств его повышения в современных условиях // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 7. – С. 34–37.
19. Садикова Г. С., Бурханова Д. У. Изменение показателей плодородия орошаемых луговых почв под влиянием биоудобрений // Аграрная наука – сельскому хозяйству : IX Международная научно-практическая конференция : сборник статей в 3 кн. – Барнаул : АГАУ, 2014. Кн. 2. – С. 237–239.
20. Масютенко Н. П., Чуян Н. А., Бахирев Г. И. и др. Система показателей оценки экологической емкости агроландшафтов для формирования экологически устойчивых агроландшафтов / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т земледелия и защиты почв от эрозии. – Курск : ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2011. – 42 с.
21. Савельев А. А., Григорьян Б. Р., Добрынин Д. В., Мухарамина С. С., Кулагина В. И., Сахабиев И. А. Оценка почвенного плодородия по данным дистанционного зондирования // Ученые записки Казанского университета. – 2012. – Т. 154, кн. 3. – С. 158–172.

22. Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения [Электронный ресурс] : приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 24.12.2015 № 664. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

23. Методика расчета почвенного плодородия [Электронный ресурс] : Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 06.07.2017 № 32. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

24. Министерство сельского хозяйства НСО [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://mcx.nso.ru/>.

Получено 25.07.2021

© Ю. С. Ларионов, К. С. Байков, В. Б. Жарников, 2021

## THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASIS OF AGRICULTURAL AREAS PROTECTION IN THE SYSTEM OF BIOLOGICAL FARMING

*Yurij S. Larionov*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, D. Sc., Professor, Department Ecology and Environmental Management, e-mail: [larionov42@mail.ru](mailto:larionov42@mail.ru)

*Konstantin S. Baikov*

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, 101, Zolotodolinskaya St., Novosibirsk, 630090, Russia, D. Sc., Chief Researcher, e-mail: [kbaikov2017@mail.ru](mailto:kbaikov2017@mail.ru)

*Valeriy B. Zharnikov*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Professor, Department of Cadastre and Territorial Planning, phone: (383)361-05-66, e-mail: [v.b.jarnikov@snga.ru](mailto:v.b.jarnikov@snga.ru)

The aim of the work is to study the possibilities and develop recommendations for the formation of sustainable agricultural land use, primarily in relation to the protection and preservation of agricultural land in the system of biological farming (bio-farming). The article characterizes the fundamentals of bio-agriculture, the role in its implementation of the law of soil fertility (Yu. S. Larionov, 2010), which determines a new vision of the theoretical and methodological substantiation of the principles for the formation of sustainable agricultural landscapes. The main result of the research is determined as the system of basic land protection measures, which provides land fertility in the system of biological farming based on root turnover and regulation of edaphytic and epiphytic processes, and includes: the crop rotation of different root system types on each field; green manuring and mulching; performing agricultural melioration measures, providing additional conditions for interaction of biota and inert matter; saving and collecting of water, as the basic energoinformational component of the agroecosystem in root layer; preservation of the integrity of arable and other soil horizons with living organisms living in them and in adjacent areas (in the biocenosis); biological regulation of the growth and development of cultivated plants to ensure their protection; carrying out biostimulation of the organic residues decomposition processes. This is the main content of the soil protection system of agricultural land, the stable preservation of their fertility in the system of bio-farming, which can become the basis of ecologically verified agricultural production in the near future.

**Keywords:** sustainable land use, soil, methodology, principles, biotic regulation, priority, complex evaluation

### REFERENCES

1. Berezin, L. V., Klenov, B. M., & Leonova, V. V. (2008). *Ehkologiya i biologiya pochv [Ecology and soil biology]*. Omsk: OmGAU Publ., 122 p. [in Russian].
2. Kashtanov, A. N. (1999). Keep and multiply the fertility of the earth. *Zemledelie [Agriculture]*, 3, 7–8 [in Russian].
3. Tatarincev, L. M., Tatarincev, V. L., & Kiryakina, Yu. Yu. (2011). *Organizaciya sovremennogo zemlepol'zovaniya na ehkologo-landshaftnoj osnove [The organization of modern land use on the ecological-landscape basis]*. Barnaul: AGAU Publ., 106 p. [in Russian].
4. Konev, A. A. (2004). *Sistema biologizatsii zemledeliya [The system of biologization of agriculture]*. Novosibirsk: Novosibirsk GAU Publ., 51 p. [in Russian].

5. Larionov, Yu. S. (2012). *Biozemledeliye i zakon plodorodiya pochv [Biozemusleie and the law of soil fertility]*. Omsk: SSGA Publ., OmGAU Publ., 207 p. [in Russian].
6. Yashutin, N. V., Drobyshhev, A. P., & Khomenko, A. I. (2008). *Biozemledeliye (nauchnyye osnovy, innovatsionnyye tekhnologii i mashiny) [Bio-farming (scientific foundations, innovative technologies and machines)]*. Barnaul: AGAU Publ., 191 p. [in Russian].
7. Kireyev, A. K. (2015). The concept of development of agriculture systems in Kazakhstan In *Sbornik materialov II Mezhdunarodnogo kongressa: Global'nyye izmeneniya klimata i bioraznoobraziya [Proceedings of the II International Congress: Global Climate Change and Biodiversity]* (pp. 108–112). Almaty: KazNIIZiR Publ. [in Russian].
8. Larionov, Yu. S. (2013). Alternative approaches to the modern soil cultivation and improvement of soil fertility (new paradigm). *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 1(21), 49–60 [in Russian].
9. Runov, B. A., & Pil'nikova, N. (2010). *Osnovy tekhnologii tochnogo zemledeliya: zarubezhnyy i otechestvennyy opyt [Basics of precision farming technology: foreign and domestic experience]*. Moscow: Rosinformagrotekh Publ., 120 p. [in Russian].
10. Zakharova, N. I. (2012). Monitoring of Agricultural Land Soils: the Subject Matter, Targets, and Tasks. *Vestnik PAGES [The Bulletin of the Volga Region Institute of Administration]*, 31, 227–231 [in Russian].
11. Larionov, Yu. S., & Zharnikov, V. B. (2017). Soil fertility monitoring of agricultural purpose lands as a mechanism of their rational use. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 22(1), 203–210 [in Russian].
12. Goncharov, P. A., Gamzikov, G. P., Kalichkin, V. K., Ashmarina, A. F., & Khristof, Yu. A. (2014). *Metodologiya sistemnogo provedeniya nauchnykh issledovaniy v rasteniyevodstve, zemledelii i zashchite rasteniy [Methodology of systematic research in crop production, agriculture and plant protection: methodological provisions]*. Novosibirsk: Siberian Branch of Russian Academy of the Agricultural Sciences Publ., 77 p. [in Russian].
13. Varlamov, A. A., Galichenko, S. A., & Klyushin, P. V. (2015). Modern problems of development of agricultural complex in Russia. *Agrarnaya Rossiya [Agricultural Russia]*, 6, 18–22 [in Russian].
14. *Agrarnaya reforma v postsovetsoy Rossii [Agrarian reform in post-Soviet Russia]*. (2015). Moscow: Depo Publ., 352 p. [in Russian].
15. Volkov, S. N., Komov, N. V., & Khlystun, V. N. (2015). How to achieve effective land management in Russia? *Mezhdunarodnyi selskokhoziaistvennyi zhurnal [International Agricultural Journal]*, 3, 3–7 [in Russian].
16. Khabarova, I. A., & Nepoklonov, V. B. (2017). Russian and foreign experience in forecasting and planning of land use. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos'emka [Izvestiya vuzov. Geodesy and Aerophotogrammetry]*, 3, 100–104 [in Russian].
17. Lipchu, N. V., & Gagay, I. V. (2014). Efficiency of land use in agricultural organizations of the Krasnodar Territory. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University]*, 96, 422–431 [in Russian].
18. Krasnitsky, V. M., & Schmidt, A. G. (2016). Dynamics of Fertility of Arable Soils in Omsk Region and Efficiency of Use of Means for Its Increase under Modern Conditions. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of AICis]*, 7, 34–37 [in Russian].
19. Sadikova, G. S., & Burkhanova, D. U. (2014). The change in the fertility indicators of irrigated meadow soils under the influence of bio-fertilizers. In *Sbornik statey IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: Kniga 2. Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaystvu [Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference: Book 2. Agrarian Science to Agriculture]* (pp. 237–239). Barnaul: AGAU Publ. [in Russian].
20. Masyutenko, N. P., Chuyan, N. A., Bakhirev G. I. & etc. (2011). *Sistema pokazateley otsenki ekologicheskoy yemkosti agrolandshaftov dlya formirovaniya ekologicheskoi ustoychivyykh agrolandshaftov [The system of indicators for assessing the ecological capacity of agricultural landscapes for the formation of environmentally sustainable agricultural landscapes]*. Kursk: AllRussian Research Institute of Agriculture and Soil Protection Against Erosion Russian Academy of the Agricultural Sciences Publ., 42 p. [in Russian].
21. Saveliev, A. A., Grigorian, B. R., Dobrynin, D. V., Mukharamina, S. S., Kulagina, V. I., & Sakhbiev, I. A. (2012). Earth remote sensing for soil fertility monitoring. *Uchenyye zapiski Kazanskogo universiteta [Scientific Notes of the Kazan University]*, 154(3), 158–172 [in Russian].
22. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation of December 24, 2015 No. 664. On approval of the Procedure for the implementation of agricultural lands Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
23. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated July 6, 2017 No. 32. Method of calculating soil fertility. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
24. Ministry of Agriculture of the Novosibirsk Region. (n. d.). Retrieved from <https://mcx.nso.ru/>.

Received 25.07.2021

© Yu. S. Larionov, K. S. Baykov, V. B. Zharnikov, 2021