

УДК 332.3:528.92

DOI: 10.33764/2411-1759-2020-25-2-183-197

О РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ БИОЗЕМЛЕДЕЛИЯ КАК ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ АГРАРНОГО СЕКТОРА СТРАНЫ И ЗАДАЧАХ ЕГО ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Александр Петрович Карник

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор, ректор, тел. (383)343-39-37, e-mail: rector@ssga.ru

Валерий Борисович Жарников

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

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

Тамара Владимировна Теплякова

Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор», 630559, Новосибирская область, р. п. Кольцово, доктор биологических наук, профессор, зав. лабораторией микологии

Обсуждается проблема повышения качества использования сельскохозяйственных угодий в системе биологического (органического) земледелия, способной не только стабилизировать, но и существенно поднять плодородие почв, заметно улучшить их экологическое состояние, придать новый облик аграрному сектору страны. Кратко обосновывается закон плодородия почв, роль органического вещества и углерода в его формировании. Дана оценка состоянию земельных ресурсов, значительная часть плодородной почвы которых ежегодно выходит из сельскохозяйственного оборота. Основная причина – деградация почв из-за несовершенства технологий возделывания растений и иных факторов антропогенного воздействия. Остановить этот процесс, продолжающийся многие сотни лет, возможно, зная и обеспечивая условия формирования плодородия почв и принципы биоземледелия. Биоземледелие в современных условиях становится инновационным процессом управления растениеводческим комплексом и повышения плодородия почвы в конкретных агроэкологических условиях. Среди основных принципов биоземледелия выделен корнеоборот (чередование растений с различными типами корневых систем по глубине и ширине проникновения в почву), эдафитные и эпифитные микробиологические почвенные процессы, являющиеся основой существования почвы и ее плодородия. Охарактеризован закон плодородия почв, сформулированный в результате системного обобщения основных теоретических положений биоземледелия и результатов их практической апробации. Закон определяет, что плодородие почвы в процессе ее формирования и использования пропорционально балансу органического вещества, создаваемого на основе фотосинтеза растений, вовлекающего углерод и другие химические элементы в биогенные циклы (биосферные круговороты, корнеоборот, эдафитные и эпифитные процессы) под воздействием электромагнитных сил земного и космического происхождения. С учетом структуры биоземледелия и реализуемых ее элементами функций

представлена система геоинформационного обеспечения, способная, при условии ее дополнительной настройки, обеспечить требуемые условия для практической реализации представленной программы биоземледелия (в одном из хозяйств Новосибирской области). Особая роль в системе отводится подсистеме мониторинга с его функциями контроля состояния посевов основных и вспомогательных (сидератов) культур, оценки их зеленой массы и итоговых урожаев, физического и агрохимического состояния почв, динамической активности почвенных процессов, включая корнеоборот. Решение указанных задач предполагается осуществлять на основе современных достижений приборостроения, дистанционного зондирования и цифровых информационных технологий. Сформулированы основные задачи и перспективы геоинформационного обеспечения биоземледелия.

Ключевые слова: закон плодородия почв, принципы биоземледелия, углерод, органическое вещество, элементы минерального питания.

Введение

Проблема успешного развития сельскохозяйственного производства – одного из драйверов экономического и пространственного развития страны – и его геоинформационного обеспечения является одной из актуальных в современных условиях восстановления экономического роста, решения новых задач развития, реализации национальных наукоемких проектов. В этой связи особенно важно сохранение позитивной тенденции стабильного роста производительности труда в сельском хозяйстве, сдерживаемой замедлившимися темпами роста урожайности возделываемых культур, обусловленной рядом принципиальных факторов, важнейшим из которых является почвенное плодородие. Подобная задача специалистам хорошо известна, ее частные решения определялись и обуславливались различными, не только биологическими, технологическими, но и социальными факторами, в том числе сломом крестьянской общины, передачей земель государству и их обратной приватизацией, определившей, в частности, основное содержание отечественной земельной реформы 1990-х гг. В современный период проблема количественно значимого валового продукта растениеводства разрешается в основном двояко: в России – использованием значительных земельных площадей, в развитых странах Запада – применением постоянно увеличивающихся объемов минеральных удобрений и средств защиты растений (фактически ядохимикатов). В условиях повышенного мирового спроса на продукты питания, особенно качественного, в последние годы все более актуализируются исследования по совершенствованию производства сельскохозяйственной продукции, разработке механизмов ее оптимизации на основе последних достижений науки и техники [1]. Определилась и главная задача – наметившийся переход «от ведения сельского хозяйства старого инертного типа к созданию прогнозируемой, мобильной, быстро реагирующей на изменение ситуации отрасли, обеспечивающей продовольственную безопасность страны» [2, с. 9]. Актуальность ее решения демонстрирует Центр мониторинга социально-экономических процессов и природной среды СО РАН в ходе про-

работки крупных сибирских проектов, в том числе в области технико-технологической и инфраструктурной модернизации сельского хозяйства.

Ключевой проблемой сельскохозяйственного производства остается почвенное плодородие с задачей его постоянного воспроизводства в условиях обеспечения экологических нормативов в отношении почв и выращиваемой на них продукции. Специалисты понимают, что возможности современного поддержания плодородия почв не безграничны и уже сегодня способны угрожающе сократиться [3–17]. Возникает вопрос о сути почвенного плодородия, закономерностях его формирования и воспроизводства в конкретных агроклиматических условиях. Плодородием принято считать способность почвы давать определенное количество и качество биомассы. Судить о наличии закономерностей в формировании плодородия почв сложнее, тем не менее все необходимые предпосылки их формирования сельскохозяйственная наука к концу XX в. определила [1, 2, 6, 7]. Обобщение основных положений теории и практики земледелия, растениеводства, почвоведения, агрохимии, ряда других наук позволило такие закономерности выявить и сформулировать закон почвенного плодородия, определив новый этап развития биологического земледелия (биоземледелия). В основу нового этапа положена скорректированная система теоретических и научно-методических положений [3, 13], ядром которой являются регулируемые почвенные процессы, практически исключая использование традиционных химических средств и одновременно обеспечивающие возможности разработки более современных земледельческих и растениеводческих технологий. Указанный результат позволит восстановить и даже поднять почвенное плодородие, существенно повысить рациональность (эффективность) использования сельскохозяйственных угодий, ликвидировать угрозы голода, стать мировым лидером в производстве экологически чистой продукции и основным фактором национальной продовольственной безопасности. В этой связи целью данной работы является сформулировать основные, необходимые для геоинформационного, в том числе землеустроительного и кадастрового обеспечения положения и наметить перспективы разработки соответствующих технологий.

Постановка проблемы

В конце XX в. человечество вступило в такой период своего развития, когда чрезмерная эксплуатация природных ресурсов, массированное техногенное воздействие на природную среду, ее загрязнение различными токсикантами стало глобальным фактором возможных и реальных экологических катастроф и актуальной проблемой современной цивилизации. Серьезный отклик и задачи на XXI в. проблема получила на конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (1992 г.), определившей необходимость экологизация сельского хозяйства как планетарной отрасли, характеризующейся повсеместным внесением в почву значительных объемов минеральных удобре-

ний, средств защиты и регуляторов роста растений. При этом чрезмерные дозы любых химических веществ, особенно пестицидов, применяемых для защиты растений от вредителей, болезней, сорняков обладают токсичностью не только для почвенных организмов и растений, но и для человека, животных, окружающей среды [6].

Увеличение масштабов сельскохозяйственного производства и связанное с этим значительное повышение объема химических средств защиты растений уже привело к рассеиванию и накоплению их во внешней среде. Из исследованных 440 пестицидов 74 % имеют положительный мутагенный эффект, способный привести к серьезным генетическим мутациям любых организмов [4–7], а остальные, как правило, вызывают в них различные расстройства. Человечество оказывается на грани «экологического кризиса», когда техногенное загрязнение природы начинает превосходить возможности ее самоочищения. Ежегодно только отравление людей пестицидами в мире достигает полумиллиона случаев [16].

По данным [4, 6], темпы роста затрат на защиту растений в мире опережают темпы прироста сельскохозяйственной продукции в 4–5 раз. При этом кратное увеличение объемов применения пестицидов за последние десятилетия не привело к существенному сокращению потерь урожая от вредителей и болезней, урожаи теряют свои природные качества, все большую, в том числе экономическую роль, приобретает «зеленая» продукция. Таким образом, современная сельскохозяйственная практика указывает на проблематичность попыток компенсировать нарушение адаптивности агроэкосистем использованием все более возрастающего количества искусственной ядовитой «энергии» [3].

В основе современной стратегии борьбы с вредителями, болезнями и сорняками лежит теория жизненных циклов биологических организмов и интеграция обусловленных ею методов, позволяющих регулировать численность подобных объектов на уровне биологического или, чаще всего, экономического порога вредоносности [4–6, 8, 9]. Вредители и возбудители болезней быстро приобретают устойчивость к пестицидам, определяя увеличение количества обработок, рост норм расхода ядовитых препаратов и, как следствие, опасность сохранения их остатков в продуктах, ухудшение санитарно-гигиенических условий труда для работников, причины смертности полезных насекомых, почвенных организмов, загрязнения остатками пестицидов открытых и грунтовых вод. Основную борьбу с такими организмами по рекомендации ученых специалисты-практики в последнее время ведут физическими (нехимическими) методами [10].

Изложенное позволяет сделать вывод о необходимости преодоления указанных недостатков традиционного земледелия, прежде всего в части его глобальной химизации, заменив ее природными (природоподобными) механизмами. И такие возможности существуют в рамках современной, развиваемой на протяжении последних десятилетий программы биоземледелия.

Методология

Основная часть данного исследования выполнена на основе методов сельскохозяйственной науки, системного подхода к проектированию сложных природно-технологических комплексов, а также принципиальных положений о содержании геоинформационного обеспечения [18–21] как результата геопространственной деятельности по реализации принципа и механизмов рационального использования сельскохозяйственных угодий. Следует отметить что наличие (на сегодня отсутствующее) показателя рациональности использования каждого земельного участка было бы весьма полезно, позволяло бы более обоснованно судить об успешности его освоения, являющегося определяющим в территориально-пространственном развитии регионов и муниципальных образований. Именно сочетание рациональности (многокритериальной эффективности) биоземледелия и используемых земельных ресурсов позволяет оптимизировать возможные эффекты указанного комплекса. В частности, это касается минерального питания почв, в отношении которого специалистами установлена нежелательность использования современных минеральных удобрений, оказывающих значимый отрицательный эффект на состояние почв, их эффективное и потенциальное плодородие, а также биоту почвы, снижая ее биологическую активность [6–10, 12]. Анализ подобного действия широкой гаммы химических средств, реализуемых в рамках сформированной в 1970-е гг. программы химизации сельского хозяйства, отчетливо показывает их угнетающее воздействие на экологию окружающей среды, включая почвы и остальные компоненты агроэкосистем [3, 10]. В результате можно говорить о достаточной обоснованности и даже необходимости перехода от общепринятых в земледелии и химизации принципов ведения сельского хозяйства к биоземледелию, основанному на эволюционно- и экологогенетических принципах взаимодействия живой материи (различные виды растений, животных, микроорганизмов), исторически обусловивших формирование различных типов почв и их плодородие на планете в процессе естественного отбора. Современное растениеводство давно нуждалось в подобном четком представлении своей биоземледельческой сути, определяемой плодородием почв [2, 6–8, 10]. В нашем представлении биоземледелие – это управляемый процесс возделывания культурных растений и повышения плодородия почвы в конкретных агроэкологических условиях, основанный на сложном взаимодействии почвы с различными видами растений и почвенных организмов, обеспечивающих их защиту от болезней, вредителей и сорных растений биологическим путем [3, 10, 11]. Непосредственно оно базируется на трех принципиальных факторах: корнеобороте (чередовании различных типов корневых систем по глубине и ширине проникновения в почву – стержневой, мочковатой и промежуточной), эдафитных и эпифитных процессах, реализуемых через микробиологические консорциумы, регулирующие минерализацию, гумификацию и защиту растений от вредителей, болезней и сорных растений

в сельскохозяйственном производстве. Факторы являются основой плодородия почвы, обеспечивающего существование всего живого на планете Земля. В этом – важнейшая роль почвы как совокупности живой и косной материи, обеспечивающей ее устойчивую взаимосвязь в биосфере планеты на основе круговорота вещества и энергии [10, 11].

Таким образом, биоземледелие преследует цель не только повышения урожайности возделываемых сельскохозяйственных растений, но и постоянного сохранения и наращивания плодородия почв, защиты культурных растений от болезней, вредителей и сорных растений на эволюционном и эколого-генетическом принципах.

Сохраняющаяся до настоящего времени роль традиционных средств химизации как ведущего фактора повышения урожайности постепенно пересматривается, игнорировать их опасность для биосферы в целом и качества продуктов питания, здоровья нынешних и будущих поколений людей весьма проблематично. И хотя возможности современной химической науки, в том числе агрохимии, далеко не исчерпаны, ее роль в земледелии должна стать все более опосредованной.

Уходят в прошлое широкое использование механической обработки почвы, масштабное применение минеральных удобрений и пестицидов, ставшее мощным антропогенным фактором, воздействующим не только на элементы биосферы, но и на человека. Поэтому так важен мониторинг свойств и функций почвы, качества воды, атмосферного воздуха и растительной продукции, в сочетании с исследованием процессов трансформации, аккумуляции и миграции химических веществ. Именно мониторинг, а в целом геоинформационное обеспечение сельскохозяйственного производства, его растениеводческого (в перспективе биоземледельческого) комплекса даст и отчасти уже дает множество свидетельств, указывающих на необходимость коррекции природных биогеохимических циклов биофильных элементов и стремительное ухудшение экологической обстановки. Сегодня здесь основной негативный фактор – использование высоких доз традиционных удобрений и пестицидов и несовершенные технологии их внесения [3, 12]. При этом природные возможности далеко не исчерпаны, процессы почвообразования и развития биоты, осуществляемые на основе биосферных круговоротов химических элементов, микробиологических и био-физико-химических процессов, успешно реализуют свои функции по формированию плодородия почв и их способности питать растения [3, 7, 10, 13, 14].

Учитывая, что биоземледелие основывается на агрономически регулируемом корнеобороте (типе корневых систем, глубине проникновения в почву, симбиозе и других свойствах возделываемых культур), эдафитном и эпифитном процессах, обеспечивающих круговорот химических элементов в агроэкосистеме на основе фотосинтеза и последующей минерализации и трансформации его продуктов, встает вопрос о роли микроорганизмов в образовании почвы и ее плодородии [6, 10, 12, 13, 15, 16]. Ответ частично был дан в работах

Е. Н. Мишустина 1950–1970 гг [12]. Сегодня окончательно стало ясным, что биоземледелие активно реализует указанную миссию микроорганизмов в эдафитном и эпифитном процессах с использованием микробиологических консорциумов, активирующих минерализацию, гумификацию и защиту будущего урожая от различных вредителей и сорных растений. Немаловажен организационно-технологический аспект, поэтому управлять этими процессами должен специалист, обладающий компетенциями в области теории и практики биоземледелия, понимания роли и содержания его принципов и закона плодородия почв [3, 10, 11].

Отметим определяющую роль в исследуемых процессах углерода [13, 14]. Анализ показывает, что роль органического углерода в почве, растениях и агроэкосистемах даже более существенна, чем элементов, традиционно рассматриваемых агрохимией, а поддержание сбалансированного круговорота углерода является базовым условием стабильного функционирования агроэкосистем и ключевым принципом устойчивого земледелия [10, 14, 15].

Экосистема, накапливающая органический углерод, – живая, развивающаяся [3, 10, 11, 14], тогда как теряющая углерод – нестабильная, подверженная деградации. Углерод является основным элементом воздушного питания растений, входит в состав почвенного органического вещества – природного источника снабжения растений элементами минерального питания, контролирует процессы азотфиксации, денитрификации, минерализации и иммобилизации азота, служит источником энергии и питания микроорганизмов, чувствителен к воздействию удобрений. В качестве примера выделим востребованную агрохимическую задачу активизации фотосинтеза и синтетических процессов в растениях агроэкосистем в условиях сбалансированного минерального питания (с соотношением основных элементов С : N : P : K : S – соответственно углерода, азота, фосфора, калия, серы), уменьшения почвенной и агрогенной эмиссии парниковых газов в атмосферу, повышения углеродсеквестрирующего потенциала агроэкосистем, а также поиск новых местных и альтернативных минеральным удобрениям органических источников обеспечения растений элементами питания и воспроизводства органического вещества почвы.

Результаты исследований показывают, что при соотношении С : N в почве, близком к 0,03–0,05, вполне возможно получать 30–40 центнеров зерна пшеницы в условиях Сибири. Поэтому баланс органического вещества (масса изъятых урожая) должен быть компенсирован пожнивными остатками в почве и лежит в основе закона плодородия почвы, отражая ее обеспеченность потенциально минерализуемым углеродом, который в процессе фотосинтеза создает сложные органоминеральные биохимические соединения, обеспечивая доставку в почву элементов минерального питания. Таким образом, наличие углерода является важнейшим условием плодородия почвы, но не менее важно наличие содержащихся в органическом веществе почвы минерального азота, фосфора, калия и некоторых других элементов, также лежащих в основе

плодородия почв и внутрипочвенном круговороте веществ. Указанное обстоятельство чрезвычайно важно учитывать при использовании минеральных удобрений.

Практическая реализация принципов биоземледелия: корнеоборота для накопления органического вещества нужного качества в почве и использование микробиологических эдафитных и эпифитных консорциумов для минерализации и трансформации такого вещества в гумусовые соединения позволит специалистам почти в каждой климатической зоне формировать требуемые по плодородию почвы и планировать урожаи без использования огромных объемов минеральных удобрений и пестицидов. Фактически стоит вопрос о возможности и необходимости создания на основе закона плодородия почв и принципов биоземледелия новых технологий возделывания сельскохозяйственных растений и управления на этой основе плодородием почв и урожайностью.

Результаты и их обсуждение

Положительно оценивая основное содержание проблем и новых идей в состоянии отечественного сельскохозяйственного производства, все еще в большей степени традиционного, но постоянно пополняемого развивающимся биологическим (органическим) земледелием, выделим следующие, принципиально важные для совершенствования его геоинформационного обеспечения характеристики:

– достигнут высокий уровень развития традиционного земледелия, характеризующегося рекордными для современной России показателями валовых сборов отдельных видов продукции, прежде всего зерновых (100 и более миллионов тонн), значительным объемом экспорта продовольствия и продовольственного сырья, низким уровнем неиспользуемых сельхозугодий, постоянной работой по снижению зависимости от зарубежного семеноводства и сельскохозяйственного машиностроения;

– значимой научно-практической, а главное – решаемой проблемой – становится биологическое (органическое) земледелие, к настоящему времени сформировано необходимое для его практики научное содержание, определены необходимые элементы инфраструктуры, постоянно развивается современный передовой опыт производства, усилилась практика разработки и применения современных агрохимических консорциумов взамен традиционных минеральных удобрений и ядохимикатов, проводится оценка состояния окружающей среды, вскрываются негативные проявления используемых в производстве химических веществ на живые организмы, здоровье людей и агроэкосистемы, что нацеливает научное сообщество на поиск новых, более эффективных решений [3–21];

– отечественные данные в исследуемой области в достаточной для их подтверждения степени коррелируют с зарубежными, пример которых представлен

в работе [16], отмечающей всеобщее снижение плодородия почв и обусловленное этим постоянное наращивание близких к критическим для человека доз удобрений и пестицидов с целью поддержания урожайности и защиты растений от болезней, вредителей и сорных растений на базе традиционных технологий [3, 4, 6–8, 10–11]; подтверждением этому является краткий экскурс в негативные процессы, порождаемые химизацией в агроэкосистемах и ставшие основной причиной обеднения почв гумусом и потери их плодородия, а также снижения устойчивости мировых агросистем и биосферы в целом [16];

– теоретическая сторона выхода из создавшегося положения в сельском хозяйстве связана, таким образом, с переходом его на эволюционно-генетический и эколого-генетический принципы создания и существования живого [3, 10, 11, 15], заменой существующего искусственного отбора культурных растений, базирующегося на плодосмене, химизации и приоритете одновидовых посевов, на расширение генетического разнообразия агроценозов на основе межвидового и внутривидового взаимодействия растений, животных, микроорганизмов в конкретной агроэкосистеме, функционирующей в рамках естественного отбора. Указанные принципы с их содержанием составляют основу био-земледелия [3, 7, 15, 16];

– анализ достижений комплекса современных наук, определяющих основное содержание био-земледелия, результаты нашего исследования, позволили конкретизировать основные положения, принципы и закономерности формирования плодородия почв и реализации био-земледелия как наиболее современной, инновационного характера агропроизводственной системы [4–12], требующей определенного геоинформационного обеспечения (рисунок) включая периодическую оценку состояния ее отдельных элементов в процессе мониторинга [21];

– содержание такого мониторинга определяется требованиями контроля оценки баланса органического вещества, создаваемого в процессе фотосинтеза и вовлекаемого (за исключением урожая) в почвенные процессы, состояния иных почвенных процессов, в том числе корнеоборота, лежащих в основе плодородия, а также агро-физико-химического состава почв и гидрометеорологических условий;

– отдельным этапом геоинформационного обеспечения является разработка системы точного земледелия, причем, если для координирования полевых участков достаточна точность на уровне сельскохозяйственных карт масштаба 1 : 25 000, то обеспечение движения машинных агрегатов требуется сантиметровая точность, в целом отвечающая возможностям современных геодезических технологий и передовой практики; не обсуждая детали, отметим все более совершенствующиеся возможности в решении указанных задач на основе отечественной научных идей и их реализации, в частности в Сибирском физико-техническом институте аграрных проблем СО РАН [2, 20, 21].



Взаимосвязь процессов земледелия с методами геоинформационного контроля их состояния и оценки

Подводя итоги проведенному исследованию, подчеркнем, что биоземледелие представляет собой новый этап развития сельскохозяйственного производства, ориентированного, в противовес традиционной химизации, на природные возможности организации питания растений нужными элементами на основе трех принципов управления плодородием почв (регулируемого корнеоборота, управляющего накоплением органического вещества в почве и концентрацией необходимых элементов питания в верхнем слое почвы; регулируемые эдафитными и эпифитными процессами с помощью микробиологических консорциумов, обеспечивающих круговорот элементов плодородия почвы и защиту возделываемых растений от вредителей, болезней и сорняков, минерализацию и трансформацию органического вещества, нужную для растений и устойчивости агроценозов). В подобном подходе особенно остро нуждается современное сельскохозяйственное производство, поскольку его интенсификация на основе широкой химизации нарушила естественный эволюционно-экологический процесс поддержания плодородия почв. Это привело к деградации почв и фактически повсеместному падению их плодородия, удорожанию сельскохозяйственной продукции, ее химическому загрязнению и многим другим негативным последствиям.

Отметим еще один аспект, касающийся модернизации отрасли. Новая экономическая система должна созреть постепенно и лучше на низших уровнях: «Когда сельскохозяйственное предприятие и производства по переработке его продукции объединены в единое целое и имеют общую администрацию и общее финансирование, например акционерное общество, включающее в свой состав сельскохозяйственное предприятие по выращиванию овощей и овощеконсервный завод. Как правило, подобные объединения реализуются на низших территориальных уровнях и занимают весьма ограниченные земельные площади» [11].

Выводы

В свете современных достижений науки, реализации возможностей сельскохозяйственного производства и его геоинформационного обеспечения сделаем следующие выводы:

– в целях совершенствования рационального использования сельскохозяйственных угодий и повышения производительности земледельческого труда на основе сохранения плодородия почв – основного фактора производства продуктов питания – в современном мире встает практическая задача последовательного перевода отечественного растениеводства на принципы биоземледелия, способного обеспечить высокую урожайность (40–80 ц/га) зерновых культур и сформировать эффективный сектор производства экологически чистых продуктов питания;

– для успешного развития биоземледелия, сложно реализуемого на этапе преодоления традиционной химизации, необходимо развитие специализированного направления биотехнологической промышленности, производящей нужные биосельскохозяйственной практике микробиологические консорциумы;

– в решении социальных и эколого-экономических проблем по обустройству сельского образа жизни на уровне требований XXI в. широкое внедрение биоземледелия определяет новые возможности пространственного развития страны, не только сохраняющие, но и в большей степени развивающие исторические достижения предшественников в части обустройства жизни каждого россиянина на любом законно приобретенном им земельном участке на территории своей страны;

– новая концепция развития отрасли требует и отчасти уже получает эффективные методы и технологии геоинформационного обеспечения поддержки процессов производства возделываемых культур и принятия решений в самых современных агросистемах, включая мониторинг плодородия почв на основе контроля баланса органического вещества, его минерализации и гумификации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Альт В. В. Совокупность информационных технологий и их роль в автоматизации сельскохозяйственного производства. // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2018. – Т. 12, № 1. – С.12–15.
2. Донченко А. С. Информационные технологии – интеграционный базис Сибирской аграрной науки // Информационные технологии, системы и приборы в АПК. Ч. 1: Материалы

АГРОИНФО-2015 (Новосибирск, 22–23 октября 2015 г.). – Новосибирск : СФТИАП, 2015. – С. 8–11.

3. Ларионов Ю. С. Альтернативные подходы к современному земледелию и наращиванию плодородия почв (новая парадигма) // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 49–60.

4. Мамедов К., Шамаева Н. Н., Рустамова Б. Ю. Мутагенная активность пестицидов и окружающая среда. – Ашхабад : Ылым, 1991. – 173 с.

5. Агротехнические методы защиты растений / В. А. Чулкина, Е. Ю. Торопова, Ю. И. Чулкин, Г. Я. Стецов ; под ред. А. Н. Каштанова. – М. : ЮКЭА, 2000. – 336 с.

6. Овсянников Ю. А. Теоретические основы эколого-биосферного земледелия. – Екатеринбург : Урал ГУ, 2000. – 263 с.

7. Яшутин Н. В., Дробышев А. П., Хоменко А. И. Биоземледелие (научные основы, инновационные технологии и машины). – Барнаул : АГАУ, 2008. – 191 с.

8. Курдюмов Н. И. Мастерство плодородия. – Ростов н/Д. : Изд. Дом «Владис», 2007. – 512 с.

9. Конев А. А. Система биологизации земледелия. – Новосибирск : Новосибирский ГАУ, 2004. – 51 с.

10. Ларионов Ю. С. Закон плодородия почв – основа новой парадигмы сельскохозяйственного производства // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 4 (32). – С. 120–133.

11. Семенов В. М., Семенова Н. А. Проблема органического углерода в устойчивом земледелии: агрохимические аспекты // Сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 150-летию со дня рожд. Д. Н. Прянишникова. – Новосибирск, 2015. – С. 175–186.

12. Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. – М. : Наука, 1972. – 343 с.

13. Лящев А. А. Почвенная биота и плодородие почвы в условиях юга Западной Сибири. – Тюмень : ТюмГСХА, 2004. – 252 с.

14. Нижерадзе Т. С. Теоретическое обоснование применения физических методов предпосевной обработки семян в защите зерновых злаковых культур от болезней : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Самара : СГСХА, 2016. – 324 с.

15. Ларионов Ю. С. Биоземледелие и закон плодородия почв. – Омск : Омский ГАУ, 2012. – 208 с.

16. Lovins A. B., Lovins L. H., Von Weizsacker E. Factor Four: Doubling Wealth – Halving Resource Use : The New Report to the Club of Rome. – London : Earthscan Publications Ltd, 1995.

17. Баланс углерода в черноземе, выщелоченном при использовании его в различных севооборотах лесостепи Приобья / А. Н. Власенко, И. Н. Шарков, А. Г. Шепелев, Л. М. Самохвалова, А. С. Прозоров // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2009. – № 6. – С. 5–13.

18. Карпик А. П., Осипов А. Г., Мурзинцев П. П. Управление территорией в геоинформационном дискурсе. – Новосибирск : СГГА, 2010. – 280 с.

19. Шаяхметов М. Р., Березин Л. В. Применение методов ДЗЗ и ГИС для оценки потенциала поглощения солнечной энергии агроценозов // Geomatics. – 2013. – № 2. – С. 87–90.

20. Дубровский А. В. Применение геоинформационного обеспечения для целей рационального использования земель сельскохозяйственного назначения // Материалы АГРОИНФО-2018 (Новосибирск, 24–25 октября 2018 г.). – Новосибирск : СФТИАП, 2018. – С. 560–563.

21. Жарников В. Б., Ларионов Ю. С. Мониторинг плодородия земель сельскохозяйственного назначения как механизм их рационального использования // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 1. – С. 203–212.

Получено 13.04.2020

© А. П. Карпик, В. Б. Жарников, Ю. С. Ларионов, Т. В. Теплякова, 2020

ABOUT SOLVING THE PROBLEM OF BIO-LAND FARMING AS THE BASIS FOR THE DEVELOPMENT OF THE COUNTRY'S AGRICULTURAL SECTOR AND TASKS OF ITS GEOINFORMATION SUPPORT

Alexander P. Karpik

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, D. Sc., Professor, Rector, phone: (383)343-39-37, e-mail: rector@ssga.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@ssga.ru

Yuriy S. Larionov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, D. Sc., Professor, Department of Ecology and Environmental Management, phone: (383)361-08-86, e-mail: larionov42@mail.ru

Tamara V. Teplyakova

State Scientific Center of Virology and Biotechnology "Vector", Work Settlement Koltsovo, Novosibirsk Region, 630559, Russia, Dr. Sc., Professor, Head of Mycology Laboratory

The article is devoted to the problem of rational use of natural resources, primarily land resources, in particular soil fertility, thanks to which people exist on Earth. The law of soil fertility and the role of organic matter and carbon in its formation are briefly justified. The assessment of the state of the world's land resources is given, when millions of hectares of fertile soil annually go out of agricultural circulation because of soil degradation due to imperfect technologies of plant cultivation and other factors of anthropogenic impact. It is possible to stop this process, which has been going on for more than two thousand years, by knowing and observing the law of soil fertility and the principles of bio-land management. Bio-land management in modern conditions is becoming an innovative process for managing the cultivation of cultivated plants and increasing soil fertility in specific agro-ecological conditions. The process is based on regulating the complex interaction of the soil with various types of plants, animals and microorganisms that provide their protection from diseases, pests and weeds in a biological way. Among the main principles of bio-land management, we will highlight root rotation (alternation of plants with different types of root systems in depth and width of penetration into the soil), endaphic and epiphytic microbiological processes that are the basis for the existence of soil and its fertility on the planet and in agricultural production. In the result of a systematic generalization of the basic theoretical positions of organic farming, their practical confirmation of the law formulated by the fertility of the soil, defined as follows: soil fertility in the process of its formation and use in proportion to the balance of organic matter created through photosynthesis of plants involving carbon and other chemical elements in nutrient cycles (biosphere cycles, root turnover, endophytic and epiphytic processes), and electromagnetic systems of terrestrial and cosmic origin. In conclusion, the article formulated the main tasks and perspectives of geoinformation support of organic farming.

Key words: law of soil fertility, principles of bio-land management, carbon, organic matter, elements of mineral nutrition.

REFERENCES

1. Alt, V. V. (2018). The totality of information technologies and their role in the automation of agricultural production. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii [Agricultural Machinery and Technology]*, 12(1), 12–15 [in Russian].
2. Donchenko, A. S. (2015). Information technology – the integration basis of Siberian agrarian science. In *Sbornik materialov AGROINFO-2015: Ch. 1. Informatsionnye tekhnologii, sistemy i pribory a APK [Proceedings of AGROINFO-2015: Part 1. Information Technology, Systems and Devices in the Agricultural Sector]* (pp. 8–11). Novosibirsk: SFTIAP Publ. [in Russian].
3. Larionov, Y. S. (2013). Alternative approaches to the modern soil cultivation and improvement of soil fertility (new paradigm). *Vestnik SGGA [Vestnik SSGA]*, 1(21), 49–60 [in Russian].
4. Mamedov, K., Shamaeva, N. N., & Rustamova, B. Yu. (1991). *Mutagennaya aktivnost' pestitsidov i okruzhayushchaya sreda [Mutagenic activity of pesticides and the environment]*. Ashgabat: Ylym Publ., 173 p. [in Russian].
5. Chulkina, V. A., Toropova, E. Yu., Chulkin, Yu. I., & Stetsov, G. Ya. (2000). *Agrotekhnicheskie metody zashchity rasteniy [Agrotechnical methods of plant protection]*. A. N. Kashtanova (Ed.). Moscow: UKEA Publ., 336 p. [in Russian].
6. Ovsyannikov, Yu. A. (2000). *Teoreticheskie osnovy ekologo-biosfernogo zemledeliya [Theoretical Foundations of Ecological and Biosphere Agriculture]*. Yekaterinburg: Ural State University Publ., 263 p. [in Russian].
7. Yashutin, N. V., Drobyshev, A. P., & Khomenko, A. I. (2008). *Biozemledelie (nauchnye osnovy, innovatsionnye tekhnologii i mashiny) [Bio-farming (scientific foundations, innovative technologies and machines)]*. Barnaul: AGAU Publ., 191 p. [in Russian].
8. Kurdyumov, N. I. (2007). *Masterstvo plodorodiya [Mastery of fertility]*. Rostov on Don: "Vladis" Publ., 512 p. [in Russian].
9. Konev, A. A. (2004). *Sistema biologizatsii zemledeliya [System biologization of agriculture]*. Novosibirsk: Novosibirsk State Agrarian University, 51 p. [in Russian].
10. Larionov, J. S. (2015). Soil fertility law – the basis of new paradigm of agricultural production. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 4(32), 120–133 [in Russian].
11. Semenov, V. M., & Semenova, N. A. (2015). The problem of organic carbon in sustainable agriculture: agrochemical aspects. In *Sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 150-letiyu so dnya rozhdeniya D. N. Pryanishnikova [Proceedings of International Scientific and Practical Conference, dedicated 150th Birth Anniversary D. N. Pryanishnikova]* (pp. 175–186). Novosibirsk [in Russian].
12. Mishustin, E. N. (1972). *Mikroorganizmy i produktivnost' zemledeliya [Microorganisms and agricultural productivity]*. Moscow: Science Publ., 343 p. [in Russian].
13. Lyashchev, A. A. (2004). *Pochvennaya biota i plodorodie pochvy v usloviyakh yuga Zapadnoy Sibiri [Soil biota and soil fertility in the conditions of the south of Western Siberia]*. Tyumen: Tyumen State Agricultural Academy Publ., 252 p. [in Russian].
14. Nizheradze, T. S. (2016). Theoretical rationale for the use of physical methods of presowing seed treatment in the protection of cereal crops from diseases. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Samara: State Agricultural Academy Publ., 324 p. [in Russian].
15. Larionov, Yu. S. (2012). *Biozemledelie i zakon plodorodiya pochvy [Bio-farming and the law of soil fertility]*. Omsk: Omsk State Agrarian University Publ., 208 p. [in Russian].
16. Amory B. Lovins, L. Hunter Lovins, Ernst Von Weizsacker. (1995). *Factor Four: Doubling Wealth – Halving Resource Use: The New Report to the Club of Rome*. London: Earthscan Publications Ltd.
17. Vlasenko, A. N., Sharkov, I. N., Shepelev, A. G., Sa-mokhvalova, L. M., & Prozorov A. S. (2009). Carbon balance in leached chernozem when used in various crop rotation of the Priobye

forest-steppe. *Sibirskiy vestnik sel'sko-khozyaystvennoy nauki [Siberian Bulletin of Agricultural Science]*, 6, 5–13 [in Russian].

18. Karpik, A. P., Osipov, A. G., & Murzintsev, P. P. (2010). *Upravlenie territoriey v geoinformatsionnom diskurse [Territory management in geoinformation discourse]*. Novosibirsk: SSGA Publ., 280 p. [in Russian].

19. Shayakhmetov, M. R., & Berezin, L. V. (2013). Application of remote sensing and well logging methods for assessing the potential of solar energy absorption of agrocenoses. *Geomatics*, 2, 87–90 [in Russian].

20. Dubrovsky, A. V. (2018). The use of geographic information support for the rational use of agricultural land. In *Sbornik materialov AGROINFO-2018 [Proceedings of AGROINFO-2018]* (pp. 560–563). Novosibirsk: SFTIAP Publ. [in Russian].

21. Zharnikov, V. B., & Larionov, J. S. Soil fertility monitoring of agricultural purpose lands as a mechanism of their rational use. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 22(1), 203–212 [in Russian].

Received 13.04.2020

© A. P. Karpik, V. B. Zharnikov, Y. S. Larionov, T. V. Teplyakova, 2020