

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ БИОЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ЗАКОНА ПЛОДРОДИЯ ПОЧВ

Юрий Степанович Ларионов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, кафедра экологии и природопользования, тел. (383)351-19-24, e-mail: larionov42@mail.ru

Ольга Александровна Ларионова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат сельскохозяйственных наук, тел. (383)351-19-24, e-mail: larionov42@mail.ru

Николай Александрович Ярославцев

ООО «ЭкоПроба», 644120, Россия, г. Омск, п.г.т. Дальний, 20, оф. 19, научный консультант, тел. (3812)348-369, e-mail: yaroslavcev_na@mail.ru

Рассмотрены основные экологические функции почв, в связи с биоземледелием и законом плодородия почв, с целью углубить системное понимание эволюционной и экологической сущности почвы и ее плодородия. Последнее обусловлено рядом экологических процессов, имеющих прямое отношение к большому и малому круговоротам веществ в биосфере. Экологические особенности плодородия почв дают возможность проводить целенаправленный поиск технологических приемов обеспечивающих сохранение и повышение плодородия почв при возделывании сельскохозяйственных растений.

Ключевые слова: почва, органическое вещество, минеральные элементы, гумус, биомасса, биосфера, экология, эволюция.

ENVIRONMENTAL IMPORTANCE OF BIODEGRAPHY AND THE LAW OF FERTILITY OF SOILS

Yury S. Larionov

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

Olga A. Larionova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., tel. (383)361-08-86, e-mail: larionov42@mail.ru

Nikolay A. Yaroslavtsev

“EcoProba” company, 644120, Russia, Omsk, 20 set.of city type Dalny, of. 19, scientific consultant, tel. (3812)348-369, e-mail: yaroslavcev_na@mail.ru

The main ecological functions of soils are considered in connection with biomass and the law of soil fertility, in order to deepen the systemic understanding of the evolutionary and ecological essence of the soil and its fertility. The latter is due to a number of ecological processes that are directly related to the large and small cycles of substances in the biosphere. Ecological features of soil

fertility make it possible to conduct a purposeful search for technological methods that ensure conservation and improvement of soil fertility in the cultivation of agricultural plants.

Key words: soil, organic matter, mineral elements, humus, biomass, biosphere, ecology, evolution.

Современное состояние научных исследований и сформированные на их основе концепции и представления, на базе огромного количества экспериментального материала, часто сталкиваются с недостаточной воспроизводимостью и противоречиями в их трактовке, которые носят системный характер и труднопреодолимы в связи с отсутствием универсальных обобщающих идей, теорий и законов. Фактически, говоря о науке в широком обобщающем аспекте, можно констатировать, что период описания и зарисовок с натуры (анализ и статистика) закончился. Настало время заниматься обобщением (синтезом) изученного ранее в деталях материала, и делать выводы. Образно выражаясь, пришло время собирать плоды предыдущей деятельности и формировать реальное мировоззрение, чтобы слышать, видеть и понимать мир (эволюцию материи, нашей планеты и Вселенной), т. е. современный период развития науки совершенно другой. Сегодня ни одна модель не будет работать без глубокого знания законов сложнейших взаимодействий различных уровней организации материи. Из общей и сельскохозяйственной экологии хорошо известно значение почвы для биосферы и человечества как главного средства сельскохозяйственного производства, обеспечивающего основную массу продуктов питания. При этом наиважнейшим свойством почвы является ее плодородие и роль в круговороте веществ в биосфере [1–9]. Критический анализ влияния современных технологий возделывания культурных растений на деградацию земель и повсеместное падение почвенного плодородия позволил нам разработать и предложить новый подход (парадигму, концепцию) наращивания плодородия и использования почвы в сельскохозяйственной отрасли. Он назван нами биоземледелием [7–9], а разрабатывая принципы биоземледелия мы смогли сформулировать закон плодородия почв.

Биоземледелие – это управляемый человеком процесс возделывания культурных растений и повышения плодородия почвы в конкретных агроэкологических условиях, основанный на взаимодействии с другими видами растений, животными, микроорганизмами, обеспечивающим их защиту от болезней, вредителей и сорных растений биологическим путем. Биоземледелие, основанно на законе плодородия почв, имеет три тесно взаимосвязанных блока (систему). 1. Блок корнеоборота. 2. Эдафитный блок. 3. Эпифитный блок, в которых осуществляются специфические процессы.

Говоря о почве в масштабах биосферы следует отметить, что она является одним из важнейших ее компонентов, а закон плодородия почв в агроэкологическом аспекте звучит так: плодородие почвы в любой агроэкологической зоне пропорционально балансу органического вещества в ней и подвижных минеральных элементов, находящихся в биосферном круговороте. Включает синтез

органического вещества и всей биоты в агроэкосистеме, разложение и трансформацию его в сложные органо-минеральные комплексы, минерализацию, гумификацию и другие процессы (Ю. С. Ларионов, [7–9]).

Фактически почву необходимо представлять сложнейшей агроэкологической системой, сформировавшейся на основе многомиллионной эволюции нашей планеты [3–11, 13, 14]. Она как научный объект населенный живыми организмами, взаимодействует с окружающей средой и оказывает, в свою очередь, влияние на все геосферы (литосферу, атмосферу и гидросферу). В процессе почвообразования на Земле произошло существенное изменение всех геосфер и, прежде всего, литосферы.

Горная порода становится почвой, только тогда, когда она приобретает экологические функции. Ученик В. В. Докучаева В. И. Вернадский [2] развил учение о биосфере и биокосных телах, к которым он отнес почву. Он считал, что главная заслуга В. В. Докучаева в том, что он открыл целый класс природных тел, образование которых сопряжено с взаимодействием живой и неживой природы. К таким телам относят почву, воды морей, озер, рек, болота, нижние слои атмосферы, донные отложения водоемов. Главная особенность биокосных тел – они компоненты экосистем и в целом биосферы.

Современное почвоведение рассматривает почву не только как результат почвообразовательного процесса, но и как многофункциональную природную структуру, играющую огромную и разнообразную экологическую роль в биосфере. Оценивая почву как природное тело, обладающее экологическими функциями, следует определить само содержание понятия «экологическая функция». Г. В. Добровольский Е. Д. Никитин, В. А. Ковда, Б. Г. Розанова [3–5] относят к экологическим функциям воздействие почв на живые организмы и другие природные тела. Рассматривая экологические функции почв как проявление свойств природного тела, следует помнить, что разные почвенные фазы (воздух, вода, твердая фаза) играют неодинаковую роль в реализации функций. Кроме того, сам объем понятия функций не очень четко определен. Функцией можно считать снабжение растений питательными веществами вообще, или, например, одним калием. Кроме того, одно и то же свойство почвы участвует в реализации разных функций почвы. Так, кислотность почв действует на функцию снабжения растений питательными веществами, устойчивость растений к вредителям, грибным заболеваниям и является показателем потребности почв в мелиорации.

В настоящее время вполне определенно установлено, что устойчивость экологических функций почв обеспечивающих круговорот элементов в экосистемах является основным условием устойчивости биосферы в целом, а следовательно, и устойчивости обеспечения жизни на Земле.

С известной долей условности все эти функции можно разделить на три группы: глобальные, общебиосферные и биогеоценотические. Их совокупность Г. В. Добровольский [3] резюмирует следующим образом.

1. Почва – это уникальная среда обитания наземных организмов, обеспечивающая почвенную биоту водой, воздухом, минеральными и органическими

элементами питания, защиту от экстремальных гидротермических и других колебаний внешней среды.

2. Почва выполняет в экосистемах функцию связующего звена в биологическом круговороте веществ и энергии, иначе говоря, почвенный покров Земли представляет собой связующее звено между биосферой, атмосферой, гидросферой и литосферой.

3. Биологическая продуктивность, т. е. плодородие почв, является основным источником питания не только человечества, но и всего наземного мира живых существ.

На основании принципов действия функции можно разделить на следующие группы:

1. Химические:

- трансформация состава природных веществ (минералов, других неорганических и органических соединений, живых организмов);
- синтез новых веществ, включая комплексы и смеси;
- каталитическая активность.

2. Биохимические:

- деструкция органических веществ;
- воспроизводство гумуса.

3. Биологические:

- накопление биологических и органических веществ, стимуляторов и ингибиторов;
- среда обитания живых организмов;
- источник питательных веществ и воды;
- стимулятор и ингибитор жизнедеятельности.

4. Физико-химические:

- сорбция и десорбция веществ;
- диффузия веществ;
- окислительно-восстановительный режим;
- кислотно-щелочная буферность почв.

5. Физические:

- механическая опора;
- устойчивость к дефляции;
- континентальное аэрозольное соленакопление;
- влияние на остаточные электромагнитные поля.

Кроме этого почвой регулируются водный и тепловой режимы экосистем. Обмен теплом и водой между почвой и атмосферой часто замедлен из-за того, что верхний слой почвы мульчирует более глубокие горизонты и замедляет диффузию водяного пара и теплоты. В результате в почве сохраняется влага и уровень температуры, обеспечивающие функционирование растений, микроорганизмов и почвенных животных.

Кроме того, имеются еще многие другие, частные экологические функции, например информационная, которая также обуславливает определенную роль почв в биосфере. Как только среднесуточная температура почвы переходит рубеж 5 °С, то в почве резко возрастает подвижность таких питательных веществ, как Р, К, NH₄. Другими словами, это сигнал для начала вегетационного периода большинства растений, для начала накопления и потребления питательных веществ из почвы. Следующий температурный градиент – 10–12 °С – информационный сигнал для прорастания многих видов культурных и сорных растений, таких как овсюга и большей части других однолетних сорняков. Но, например, такие сорняки, как щирица и куриное просо в посевах картофеля и кырлык (гречиха татарская) в посевах яровой пшеницы ожидают дополнительных сигналов, тем самым уходя от большинства отработанных годами мероприятий по борьбе с сорняками. К этому же виду явлений относится массовое появление растений одуванчика и др.

Явление сорбции веществ частицами почвы длительное время не привлекало внимания исследователей. Лишь благодаря работам сибирских ученых стало понятно, что процесс сорбции – функция минеральной, органической и органоминеральной матриц, которые представляют собой поверхность всех почвенных частиц, составляющих почвенную массу. Почвенная матрица определяет сорбцию катионов, матричный потенциал почвенной воды и ряд других свойств, имеющих важное экологическое значение для растений [1, 8, 9, 12 и др.]

С экологической точки зрения почва – источник вещества и энергии для биоты. Как отмечает В. Ковда [4, 5] в ней обычно выделяют три фазы: твердую, жидкую и газообразную. При рассмотрении почвы как компонента биосферы целесообразнее принимать ее за пятифазную систему. Это – органическое вещество (не разложившееся, гумифицированное, полуразложившееся), минеральное вещество, почвенный раствор, почвенный воздух и живое вещество. Общий запас энергии почвы составляется из энергии всех этих фаз.

Энергия, связанная с почвенным органическим веществом и гумусом, закономерно убывает с глубиной [1, 9, 15, 17–19], т. е. находится в соответствии с распределением гумуса в почвенном профиле. Начало этому процессу дает фотосинтез, причем фотосинтезирующие организмы усваивают в среднем не более 0,5 % приходящей на земную поверхность солнечной энергии, и лишь от 2 до 5 % этой энергии аккумулируется в почвенном гумусе, т. е. на формирование почвенного гумуса идет около 0,01–0,02 % поступающей солнечной энергии. Но и этого незначительного количества вполне достаточно для обеспечения непрерывного процесса жизнедеятельности биоты и поддержание почвенного плодородия.

Исследованиями И. М. Абловой в условиях Западной Сибири было установлено, что величина ФАР (фотосинтетически активная радиация Солнца), поступающая к посевам в период с температурой выше 10 °С, в условиях Западной Сибири широтно изменяется от 700 до 1400 МДж/м. Наблюдения за величиной использования ФАР посевами яровой пшеницы (1955–2000) показали, что в Омской и Новосибирской областях она составила лишь 0,37–0,38 % при-

ходящей ФАР, в Томской и Кемеровской областях – 0,44–0,45, а максимум – 0,52 – в Тюменской области. За этот период за счет технологии возделывания существенно повысилась средняя урожайность зерновых культур в Омской области – с 0,9 до 1,24 т/га, в Томской – с 0,99 до 1,37 и Кемеровской – с 1,02 до 1,39 т/га. В Тюменской области благодаря сохранению элементов интенсивной технологии даже в период экономического кризиса в годы общей перестройки (90-е) экономической структуры народного хозяйства урожайность пшеницы поднялась с 0,76 до 1,87 т/га. Если бы все хозяйства региона смогли бы обеспечить внедрение научно обоснованных агротехнологий и уровня урожайности, получаемого на сортоиспытательных участках в пределах использования 2 % ФАР, то климатически обусловленная урожайность, например, яровой пшеницы достигла бы 4,03–4,32 т/га в северной части региона на широте 60–62° с.ш. (при использовании мероприятий по сохранению тепло-обеспеченности посевов), а южнее г. Омска – на уровне 52–54° с.ш. – 6,93–7,21 т/га (при условии применения комплекса мероприятий по сохранению и накоплению влаги и борьбе с эрозией почвы).

Следует обратить внимание на еще один важный экологический аспект почвы, как связующего звена биологического и геологического круговоротов вещества [4, 5, 9]. До возникновения жизни на Земле происходил только большой, геологический, круговорот веществ между сушей и океаном. В геологическом круговороте вода, испаряющаяся с поверхности океана, выпадает на поверхность суши в виде атмосферных осадков, производя разрушение горных пород и перенос продуктов разрушения. При этом все растворимые вещества, в том числе зольные элементы пищи растений, уносятся в реки и моря.

С возникновением жизни появился новый – малый биологический круговорот веществ. В биологическом круговороте живые организмы извлекают из большого геологического круговорота элементы пищи (N, P, S, многие макро- и микроэлементы) и накапливают их в форме органических соединений своего тела, откуда они не могут быть вымыты. Растения, в свою очередь, в качестве пищи поступают в организм животных, где синтезируются новые органические соединения. После отмирания растений и животных органические соединения разрушаются микроорганизмами, и элементы пищи накапливаются как в органической, так и минеральной части почвы [2, 4, 5]. Итак, малый биологический круговорот происходит между почвой и живыми организмами. Элементы из большого геологического круговорота при этом включаются в малый биологический, который *развивается в форме непрерывно расширяющейся спирали, обеспечивая развитие жизни на Земле. Биоземледелие как раз нацелено на усиление малого биологического круговорота, обеспечивающего наращивание плодородия почв* [6–9].

Для решения продовольственной проблемы демографического взрыва народонаселения Земли задачей всей агропочвенной науки на XXI в. является разработка технологии максимального использования ресурсов тепла и влаги для реализации ФАР на уровне 3 %. В таком случае на основе существующих технологий может быть достигнута потенциальная урожайность основной зер-

новой культуры пшеницы в зернопроизводящих районах даже в условиях короткого лета Сибири (на широте 52–56°) – 9,5–10,8 т/га. Но это потребует мобилизации финансовых ресурсов и потенциального плодородия почв, внесения больших доз минеральных удобрений и пестицидов, что вряд ли будет осуществимо.

Основываясь на принципах биоземледелия и законе плодородия почв, где плодородие почвы базируется на ресурсе органического вещества выше поставленная задача может быть успешно решена. О масштабах проявления накопительной, или ресурсной, функции почвы можно судить по круговороту и аккумулярованию органического вещества. Сам процесс накопления органического вещества и связанный с ним процесс накопления энергии – одна из основных экологических функций почвы. Органическое вещество почвы состоит в основном из С (до 60 %), О (30–40 %), Н (не более 7 %), N (2–6 %), S (не более 1,5 %), Р (не более 4 %). Кроме того, конституционными элементами органического вещества являются многие макро- и микроэлементы. Если принять во внимание, что в основном почва представлена минеральной частью (до 90 %), а органического вещества даже в целинных черноземах не более 15 %, то трудно представить наличие в почве органических соединений в чистом виде. Они представлены в почве органоминеральными (комплексными) соединениями и коллоидами.

В зависимости от природы минеральной почвенной основы и степени выветривания материнских пород находится и степень связывания минеральных компонентов с органическим веществом. Так, ряд микроэлементов в почвах Западной Сибири (Си, Мо) связан в основном с органическим веществом, другие (Zn), наоборот, с минеральной частью.

Основным элементом, входящим в состав органического вещества, является С, поэтому об экологической роли органического вещества скорее всего судят по накоплению этого элемента. Достаточно отметить, что даже в карбонатных почвах, где в балансе С немалую роль играют прежде всего карбонаты щелочно-земельных элементов, более 80 % С принадлежит органическому веществу, а что касается N, то более 95 % его во всех почвах связано с органическим веществом. Судя по элементному составу органического вещества, можно считать, что роль S и Р в нем представляется незначительной, однако следует иметь в виду, что в среднем это более 50 % их валового содержания в почве.

Все вышеуказанные факты позволяют в «лице углерода и гумуса» судить об аккумулялирующей роли почвы для всех элементов, необходимых для функционирования живого вещества биосферы и выращивания растений. Роль почв в аккумуляции этих элементов раскрыта еще далеко не полностью. Но убедительно показано на примере углерода, что почва – его мощный резервуар. Так, в работах [4, 5, 13 и др.] отмечается, что запасы биомассы организмов суши составляют около 200 т/га, запас же гумуса, в составе которого в среднем содержится 58 % С, – около 160 т/га. По другим оценкам, количество аккумулярованного гумуса превышает количество органического материала, заключенного в биомассе. Ссылаясь на различные источники, Д. С. Орлов [17] утверждает,

что количество углерода в почвах (в педосфере) вдвое выше, чем в живых организмах. По обзорам Б. Г. Розанова и А. А. Роде [13, 14], в почвенном резервуаре углерода в виде гумуса в 4 раза выше, чем в живой биомассе суши и в 3 раза выше, чем во всей современной атмосфере, невзирая на то, что в последней количество углекислоты в силу проявления парникового эффекта увеличилось. Таким образом, большинство расчетов независимо друг от друга сводится к тому, что биокосное тело почва по сравнению со всеми другими геосферами представляет собой основной накопитель органического углерода, на основе которого построено все живое [5, 7–9, 18, 19].

Биомасса растений и других организмов поступающая в почву под действием биоты обуславливает все многообразие биохимических процессов и свойств почвы, в том числе и плодородие. Почва, представляя собой сложнейшую биохимическую и физико-химическую органо-минеральную систему, имеет ряд эмерджентных свойств, отличающих ее от материнской породы [1, 5, 7, 9, 13, 17].

Органическое вещество, поступающее в почву, а это в основном продукт фотосинтеза растений, являясь одновременно источником энергии для биоты трансформируется ею (минерализуется, гумифицируется, деструктурируется, катализируется и т. д.), обеспечивая различные стороны ее плодородия. Органическое вещество подвергнутое разнообразной биотой биохимическим преобразованиям обеспечивает плодородие и регулирует фактически все биохимические процессы растительной клетки и многих живых организмов обитающих в почве. Оно активизирует поглощение макро и микроэлементов, ультрафиолетового излучения растениями и ускоряет процесс фотосинтеза в листьях. Листья приобретают интенсивную зеленую окраску и др.

Обобщение научных исследований влияния органических удобрений в агрономической практике за последние 20–25 лет [1, 7–11, 14–16, 18 и др.] показывает, что на различных видах злаковых и многих других видах растений, в фазу кущения органические удобрения на гуминовой основе, обеспечивают закладку большого числа побегов. Определенное количество серы, азота, бора и других веществ поступает в растение через листья и корни. Чем быстрее разворачивается рабочая листовая и корневая поверхность, и чем большую площадь она будет составлять, тем эффективнее осуществляется корневое и воздушное питание растений и большее количество вышеизложенных питательных веществ будет освоено растением. Что, в свою очередь, ведет к увеличению урожая и его качества. Последующая минерализация растительных остатков увеличивает в почве содержание легко растворимых в воде калийных, азотных и фосфорных соединений в несколько раз, что позволяет уменьшить дозу вносимого NPK от 50 до 80 %. Биохимические преобразования органических веществ в гуминовые вещества обуславливает такое направление обменных процессов в растительном организме, которое приводит к стимуляции синтеза этих веществ (фитогормонов). Следует напомнить [13, 14, 16–19 и др.], что одним из составляющим органического вещества в почве являются: гуминовые, гиметомелановые, фульвокислоты. Основу последних составляет широкий спектр низ-

комолекулярных органических веществ: а) аминокислот; б) углеводов (глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза и другое); в) водорастворимых карбоновых кислот, среди которых преобладают янтарная, щавелевая, яблочная, фолевая, галловая, лимонная, бензойная, салициловая и другие; г) витамины (В1, В2, В12, РР и другие); д) макро- и микроэлементы в форме биодоступных органических соединений и минерализованном, доступном для растений и других живых форм виде. Гуминовые вещества обладают также: ауксино-цитокенином подобным эффектом – стимулируют рост и деление клеток, антистрессовым эффектом – повышает устойчивость растения к климатическим, техногенным и прочим стрессам, повышает содержание витаминов в плодах и обладает другими стимулирующими эффектами.

Органика содержит в своем составе целый ряд ценных микроэлементов (медь, цинк, бор, марганец, молибден, кобальт), которые при разложении образует с гуминовыми веществами комплексы, легко усваиваемые растениями, и именно гуминовые вещества наиболее эффективно транспортирует микроэлементы в растение. Даже достаточно краткое обобщение роли органического вещества синтезируемого растениями и другими представителями живой материи (биотой), т. е. видами обитающими в почве показывает огромное значение органического вещества и биоты почвы в существовании самой почвы, биосферы и экологии планеты.

Таким образом, почва сложная органо-минеральная система – та среда, где постоянно совершается двухсторонний процесс перехода одной формы вещества в другую, синтеза и разрушения органического вещества, непрерывный круговорот питательных элементов. Благодаря этим процессам органические и минеральные вещества меняют свои свойства, переходя то в растворимое, то в нерастворимое состояние. Эти противоположные процессы и составляют сущность малого биологического круговорота, который и нашел отражение в законе плодородия почв и принципах биоземледелия.

Большой геологический и малый биологический круговороты взаимосвязаны, невзирая на их противоположную направленность. Медленно протекающий на протяжении столетий геологический круговорот вызывает снос вещества с плакоров и накопление в межводораздельных пространствах или акваториях. Малый биологический круговорот за год или несколько более удлиненный отрезок времени обеспечивает создание биомассы, ее частичную минерализацию и трансформацию. Функция малого биологического круговорота аккумулятивная. Накопление элементов биологического круговорота, в первую очередь органического вещества, создаваемого на основе фотосинтеза, происходит именно в почве и, в частности, ее обменных свойствах и всей биоты, которые обеспечиваются органо-минеральными соединениями и вторичными минералами. Таким образом, почва – это связующее звено между биологическим и геологическим круговоротами, задерживающее вещества, которые могли быть вынесены большим геохимическим потоком.

При нарушении почвенного покрова (распашка почв, внесение минеральных удобрений, пестицидов и мелиорантов, сведение лесов и другие антропо-

генные воздействия) могут происходить принципиальные изменения в соотношении круговоротов: ослабление биологического и усиление геологического, что негативно сказывается на экологическом состоянии агроландшафтов и плодородии почв.

Становится очевидным, что переход сельскохозяйственного производства на принципы биоземледелия и закон плодородия почв объективно необходим, учитывая экологическую и эволюционную сущность появления и существования почвы в биосфере планеты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Березин Л. В., Кленов Б. М., Леонова В. В. Экология и биология почв. – Омск Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2008. – С. 122.
2. Вернадский В. И. Биосфера. – М. : Мысль, 1967. – 376 с.
3. Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. – М. : Наука, 1990. – 261 с.
4. Ковда В. А., Розанова Б. Г. Почвоведение. В 2 ч. – М. : Высшая школа. 1983. – Ч. 1. – 400 с.; Ч. 2. – 368 с.
5. Ковда В. А. Биогеохимия почвенного покрова. – М. : Наука, 1985. – 363 с.
6. Ларионов Ю. С. Основы эволюционной теории (Концепции естествознания и аксиомы современной биологии в свете эволюции материи) : учеб. пособие. – Омск : ИП Скорнякова Е. В., 2012. – 233 с.
7. Ларионов Ю. С. Биоземледелие и закон плодородия почв / Сибирская гос. геодез. академ. ; Омский ГАУ. – Омск, 2012. – 207 с.
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. Биоземледелие – новая парадигма сельскохозяйственного производства и повышения плодородия почв. В 2 т. / Ю. С. Ларионов, О. А. Ларионова, Е. И. Баранова, Б. В. Селезнев. – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – Т. 1. – 288 с.; Т. 2. – 209 с.
10. Каштанов А. Н. Сохраним и приумножим плодородие земли // Земледелие. – 1999. № 3. – С. 7–8.
11. Кирюшин В. И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. – М. : КолосС, 2011. – 443 с.
12. Кленов Б. М. Гумус почв Западной Сибири. – М. : Наука, 1981. – 144 с.
13. Роде А. А. Генезис почв и современные процессы почвообразования. – М. : Наука, 1984.
14. Розанов Б. Г. Морфология почв. – М. : МГУ, 1983. – 320 с.
15. 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 // Сиб. вестник с.-х. науки. – 2009. – № 6. – С. 5–13.
16. Овсянников Ю. А. Теоретические основы эколого-биосферного земледелия. – Екатеринбург : Изд-во УрГУ, 2000. – 263 с.
17. Орлов Д. С. Гуминовые вещества в биосфере. – М. : Наука, 1993. – С. 14.
18. Сафонов А. Ф. Воспроизводство плодородия почв агроландшафтов : учеб. пособие. – М. : Изд-во РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева, 2011. – 390 с.
19. Сорокин И. Б. Возобновляемые биоресурсы повышения плодородия пахотных почв подтаежной зоны Западной Сибири : дис. ... д-ра с.-х. наук. – Омск, 2013.

© Ю. С. Ларионов, О. А. Ларионова, Н. А. Ярославцев, 2017