

Научная статья

УДК 631/635; 502/504; 911
<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2023-1-2-38-45>

АГРОЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Илья Александрович Трофимов^{1,2}, Людмила Сергеевна Трофимова¹,
Елена Петровна Яковлева¹

¹ Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.П. Вильямса,
г. Лобня, Московская область, Россия, viktrofi@mail.ru;

² Тамбовский государственный университет имени Г.П. Державина, Институт естествознания,
г. Тамбов, Тамбовская область, Россия,

Аннотация. Агрорландшафтно-экологическое районирование выполнено на основе разработанных нами методологических основ агрорландшафтно-экологического изучения и оценки агроэкокосистем. Совместно, объединяя их преимущества, использовались два подхода: эколого-ландшафтный и агроэкологический. Объектами наших исследований являются агрорландшафты и агроэкокосистемы Дальнего Востока. Состояние земель и агроэкокосистем региона для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства свидетельствует о недостатках в их использовании. Многие агроэкокосистемы испытывают сильнейшую нагрузку и находятся в критическом состоянии. Анализ состояния земель Дальнего Востока дает представление о значительном развитии на сельскохозяйственных угодьях негативных процессов. Наибольшее значение из них имеет наличие больших площадей кислых почв (66%), переувлажненность (22%) и заболоченность (23%). Низкое естественное плодородие земель, муссонный климат, высокие влажность воздуха и температура служат благоприятной средой для развития болезней и размножения вредителей сельскохозяйственных культур, которые в некоторые годы снижают их урожайность до 30%. Без внесения удобрений, гербицидов и пестицидов урожайность сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке невысока. Недостатками является разбалансированность растениеводства, земледелия и животноводства в сельском хозяйстве региона, где животноводство недооценено. Недостатком является также разбалансированность структуры посевных площадей, где местами соя становится монокультурой, что влечёт за собой развитие негативных процессов в растениеводстве, развитие болезней и вредителей, снижение плодородия почв. Особенно это проявляется на юге региона, где расположены основные площади пахотных земель. Создание благоприятных условий для развития и функционирования почвенной микрофлоры может быть достигнуто при использовании наряду с минеральными удобрениями органических удобрений и посевов многолетних трав. Решение актуальных вопросов устойчивого сбалансированного развития сельского хозяйства, наиболее адаптированного к условиям Дальнего Востока, должно базироваться на изучении пространственного распределения региональных, ландшафтных, экологических закономерностей и максимальном использовании природно-климатических ресурсов, биологических и экологических факторов региона.

Ключевые слова: растениеводство, земледелие, кормопроизводство, многолетние травы, микроорганизмы, сбалансированность.

Для цитирования: Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Агроэкология и рациональное природопользование в растениеводстве Дальнего Востока // Агронаука. 2023. Том 1. № 2. С. 38–45. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2023-1-2-38-45>.

Original article

AGROECOLOGY AND RATIONAL NATURE MANAGEMENT IN CROP GROWING OF THE FAR EAST

Ilya A. Trofimov^{1,2}, Lyudmila S. Trofimova¹, Elena P. Yakovleva¹

¹ Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology,
Lobnya, Moscow region, Russia;

² Derzhavin Tambov State University, Institute of Natural Sciences, Tambov, Tambov region, Russia,
viktrofi@mail.ru

© Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П., 2023

Abstract. Agrolandscape-ecological zoning was carried out on the basis of the methodological foundations of agrolandscape-ecological study and assessment of agroecosystems developed by us. Jointly, combining their advantages, two approaches were used: ecological-landscape and agroecological. The objects of our research are agrolandscapes and agroecosystems of the Far East. The condition of the region's land and agroecosystems for food and agriculture shows deficiencies in their use. Many agroecosystems are under severe stress and are in critical condition. Analysis of the state of lands of the Far East provides insights of the significant development of negative processes on agricultural land. The most crucial of these is the presence of large areas of acidic soils (66%), waterlogging (22%) and swampiness (23%). Low natural fertility of lands, monsoon climate, high humidity and temperature are favorable environment for the development of diseases and reproduction of crop pests, which in some years reduce their yield - up to 30%. Without the fertilization, herbicides and pesticides, crop yield in the Far East is low. Disadvantages are the imbalance of crop production, agriculture and livestock production in the agriculture of the region where livestock production is underestimated. The disadvantage is also the unbalanced structure of cultivated areas, where in some places soybean becomes a monoculture, which entails the development of negative processes in crop production, the development of diseases and pests, reducing soil fertility. This is especially noticeable in the south of the region, where the main areas of arable land are located. The creation of favorable conditions for the development and functioning of soil microflora can be achieved by using, along with mineral fertilizers, organic fertilizers and perennial grass crops. The solving of urgent issues of sustainable balanced development of agriculture, most adapted to the conditions of the Far East, should be based on the study of the spatial distribution of regional, landscape, environmental patterns and the maximum use of natural and climatic resources, biological and environmental factors of the region.

Keywords: crop growing, agriculture, forage production, perennial herbs, microorganisms, balance.

For citation: Trofimov IA, Trofimova LS, Yakovleva EP. Agroekologiya i racional'noe prirodopol'zovanie v rastenievodstve Dal'nego Vostoka [Agroecology and rational nature management in crop growing of the Far East]. *Agronauka. – Agrosience.* 2023; 1; 2: 38–45. (in Russ.). <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2023-1-2-38-45>.

Введение

Состояние мировых земельных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства свидетельствует о тревожных тенденциях в природопользовании. Многие агроэкосистемы испытывают сильнейшую нагрузку и находятся в критическом состоянии.

В дальнейшем наша продовольственная безопасность будет зависеть от того, сумеем ли мы сохранить земельные, почвенные и водные ресурсы планеты. Растущий спрос на продукцию агропродовольственного сектора требует от всех нас поиска новаторских путей достижения целей в области устойчивого развития в условиях меняющегося климата и утраты биоразнообразия. Недооценивать масштабы и сложность решения этой задачи нельзя. Успех во многом будет зависеть от того, насколько хорошо мы сможем управлять рисками, угрожающими качеству агроэкосистем, насколько удачно нам удастся сочетать решения в конкретных обстоятельствах на местах, а главное – насколько эффективно будут внедряться усовершенствованные системы управления агроэкосистемами [1].

Развитие аграрного сектора экономики Дальнего Востока сопряжено с рядом существенных региональных проблем, которым необходимо уделять значительное внимание. Сельскохозяйственных угодий в регионе от-

носительно мало. Если в России на одного человека для производства продуктов питания приходится пашни в среднем 1 га, а в регионе всего 0,4 га. Эта площадь позволяет выращивать в требуемом объеме только картофель и близко к норме овощные культуры, но ее недостаточно для производства мяса, молока, яиц, фруктов, ягод [2].

Более 80% территории региона сковано многолетней мерзлотой. Основные площади сельскохозяйственных угодий, растениеводства и земледения Дальнего Востока расположены на юге Амурской области, Еврейской автономной области, Приморского и Хабаровского краев [3, 4]. При этом следует учитывать значительные сложности, связанные с низким естественным плодородием земель, проявлением муссонного климата на большинстве территорий региона. Высокие влажность воздуха и температура служат благоприятной средой для развития болезней и размножения вредителей сельскохозяйственных культур, которые в некоторые годы снижают их урожайность до 30%.

Без внесения удобрений, гербицидов и пестицидов урожайность сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке невысока. По данным ДальНИИСХ, естественные потенциальные возможности остаточных-пойменных почв Дальнего Востока таковы, что без внесения удобрений они могут сформировать уро-

жайность зерновых культур – 13...17 ц/га, сои – 7...10 ц/га, картофеля – 70...110 ц/га, лугово-бурые почвы, соответственно, 9...11, 5...6, 60...70 ц/га, а бурые лесные почвы 4...6, 3...4, 30...40 ц/га. По данным ВНИИ сои, в Амурской области сбор продукции с 1 га пашни луговых черноземовидных почв достигает: зерновых – 14,6 ц/га, сои – 8,5 ц/га, с колебаниями от 14,3 до 5,1 [4].

Применение агрохимикатов во многих странах в настоящее время подвергается усиленной критике из-за их больших потерь при внесении, постоянных передозировок (внесение в запас) и низкой усвояемости возделываемыми культурами (от 30 до 50%). Несмотря на то, что последователей биологического земледелия среди фермеров в мире немного (около 1,5%) и производство не очень рентабельно, следствием чего является повышенная стоимость производимой ими продукции, популярность ее растет. Подъем наблюдается и в научных исследованиях в области биологического земледелия, судя по числу публикаций на эту тему, как в России, так и за рубежом, особенно в области почвенной микробиологии [5]. По утверждению Д.Н. Прянишникова «Недостаток знаний нельзя заменить избытком удобрений». Первостепенное значение для Дальнего Востока имеет поиск компромиссного решения обеспечения продовольственной, экологической и экономической безопасности.

Материалы, объекты и методы исследований

Объектами наших исследований являются агроландшафты и агроэкосистемы Дальнего Востока. Агроландшафтно-экологическое районирование их выполнено на основе разработанных нами методологических основ агроландшафтно-экологического изучения и оценки агроэкосистем с совместным использованием двух подходов: эколого-ландшафтного и агроэкологического, объединяющих их преимущества [6, 7].

В качестве контурной и информационной основы агроландшафтно-экологического районирования использованы материалы Почвенно-экологического районирования Российской Федерации факультета почвоведения МГУ имени М. В. Ломоносова. Оно представляет собой разделение территории на регионы, однотипные по структуре почвенного покрова и наиболее полно отвечающие запросам сельскохозяйственного производства [8]. Использовались также другие карты, атласы и многочисленные публика-

ции, посвященные изучению объектов наших исследований дистанционными и наземными методами [9–11 и др.]. При проведении исследований все источники информации изучались, сопоставлялись и критически анализировались.

Результаты и обсуждение

По результатам проведенного нами агроландшафтно-экологического районирования Дальнего Востока и данным научных учреждений сельское хозяйство на Дальнем Востоке развивается в условиях рискованного земледелия. Преобладающая часть территории региона (более 80%) находится в зоне многолетней и вечной мерзлоты, где выращивание зерновых культур в открытом грунте невозможно или резко ограничено. Пахотные почвы Дальнего Востока характеризуются относительно низким естественным плодородием и для получения хороших урожаев требуют внесения высоких доз минеральных и органических удобрений, а также проведения агротехнических приемов для снижения их кислотности и отрицательного воздействия переувлажнения [4, 12].

Анализ состояния земель Дальнего Востока дает представление о значительном развитии на сельскохозяйственных угодьях негативных процессов. Наибольшее значение из них имеет наличие больших площадей кислых почв (66%), переувлажненность (22%) и заболоченность (23%). Рискованность земледелия, растениеводства и неурожайные годы определяются природно-климатическими условиями региона, коротким вегетационным периодом сельскохозяйственных растений и развитием эрозионных процессов, которые усиливаются в результате сельскохозяйственной деятельности.

На Дальнем Востоке не обеспечивается продовольственная безопасность, устойчивость сельского хозяйства и конкурентоспособность на внешних рынках, что в свою очередь создает угрозу национальной безопасности. Уровень сельскохозяйственной освоенности дальневосточных земель невысокий.

В настоящее время рыночных отношений в структуре посевных площадей увеличился процент более доходных культур, таких как соя и пшеница. В посевах практически исчезли однолетние кормовые культуры и многолетние травы. Соя является очень ценной сельскохозяйственной культурой и разработкой эффективных приемов повышения её урожайности и валовых сборов на Даль-

нем Востоке является одной из первостепенных задач региона [13]. Однако высокие дозы минеральных удобрений и гербициды значительно изменяют процессы трансформации органического вещества, негативно действуя на микрофлору почв, что снижает почвенное плодородие. Изучено влияние минеральных удобрений и гербицида при возделывании сои на микрофлору, эмиссию CO₂ и показатели гумусного состояния агроземов Приморья. При внесении дозы N₃₀P₆₀K₆₀ и обработке всходов гербицидом Пивот, а также без применения минеральных удобрений установлено проявление негативных процессов трансформации органического вещества почвы [14]. Создание благоприятных условий для развития и функционирования почвенной микрофлоры может быть достигнуто при использовании органических удобрений наряду с минеральными и посевом многолетних трав.

Многолетние травы и микроорганизмы являются основными почвообразователями. Они не только позволяют сохранять плодородие почв, но и обеспечивают повышение

урожайности зерновых, картофеля и других сельскохозяйственных культур. Разбалансированность структуры посевных площадей и севооборотов приводит к деградации почв, снижению их плодородия, ухудшению фитосанитарного состояния сельскохозяйственных угодий. Примером разбалансированности может быть структура посевных площадей Еврейской АО, когда за 25 лет (с 1996 по 2021 год) доля сои увеличилась с 28 до 93%, а многолетних трав, которых и так было немного (6% в 1996 г.), осталось менее 1% (рисунок). Аналогичные результаты получены и по Амурской области, где доля многолетних трав в структуре посевных площадей снизилась от 23 до 3% [15, 16].

В настоящее время наиболее перспективным способом борьбы с деградацией почв является посев многолетних бобовых и злаковых трав, поскольку они обогащают почву органическим веществом, служат средством борьбы с эрозией, улучшают экологическую обстановку благодаря снижению распаханности земель и уменьшению применения пестицидов [12, 16, 17].

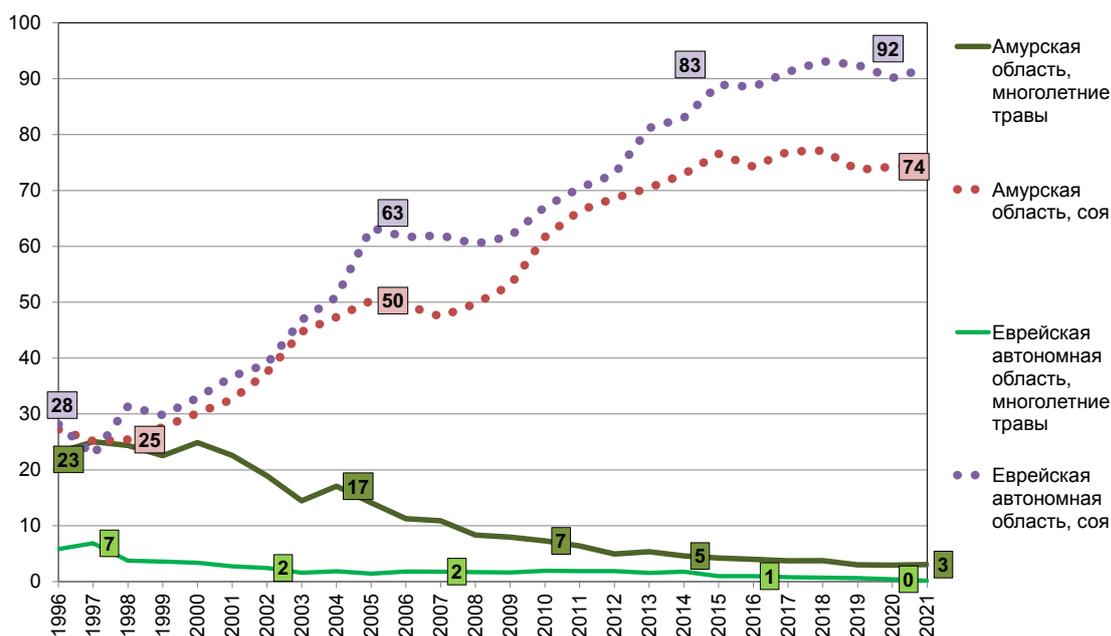


Рисунок – Динамика доли сои и многолетних трав в структуре посевных площадей Амурской области и Еврейской автономной области в 1996–2021 гг.,% от всей посевной площади

Корневая система многолетних трав глубоко проникает в почву и охватывает ее большую площадь, собирает и поглощает рассеянные в ней элементы зольной пищи и перемещает их вверх [18]. За счет многолетних трав происходит пополнение органического вещества

почвы, что обеспечивает более высокий и стабильный уровень азотного питания, оптимальный воздушный, тепловой и биологический режимы почвы. Все это способствует повышению стабильности урожаев сельскохозяйственных культур по годам [19–21].

Влияние многолетних трав на почву и ее плодородие тесно связано с изменением жизнедеятельности микроорганизмов, играющих огромную роль в круговороте веществ и происходящих в почве биохимических процессах [22, 23]. Поэтому изучение состава, свойств и количественных соотношений различных физиологических групп микроорганизмов дает представление об агрономических свойствах почвы [24]. Так, в результате изучения влияния последствий многолетних трав (люцерна изменчивая, донник желтый, эспарцет песчаный, житняк ширококолосый, кострец безостый, пырей сизый) на микробценоз почвы в условиях Северного Казахстана установлены различия по групповому и численному составу почвенных микроорганизмов в посевах яровой пшеницы, возделываемой после запашки многолетних бобовых трав. Наибольшее содержание грибов и целлюлозолитических микроорганизмов было отмечено по люцерне изменчивой и пырею сизому. В посевах пшеницы после запашки эспарцета песчаного, в сравнении с остальными вариантами, отмечена максимальная численность иммобилизаторов (18,01 млн КОЕ/г почвы). Запашка многолетних трав – люцерны изменчивой, донника желтого, пырея сизого – способствовала более активному развитию почвенных микроорганизмов и интенсивному процессу минерализации органических веществ. Возделывание яровой пшеницы после запашки многолетних трав (люцерны изменчивой, донника желтого, пырея сизого) способствовало увеличению численного состава различных физиологических групп почвенных микроорганизмов. В почве под посевами пшеницы по пласту люцерны изменчивой и эспарцета песчаного процессы минерализации органического вещества протекали более интенсивно [25].

Дальневосточными микробиологами во главе с академиком В.А. Тильбой были изучены природные популяции ризобий сои в районах произрастания дикорастущего и культурного вида сои на юге Дальнего Востока. Ими были выделены высокоактивные штаммы клубеньковых бактерий из дикорастущей сои, превосходящие культурные аналоги по вирулентности, активности и энергии роста в несколько раз. Это позволило увеличить в отдельных случаях долю симбиотического азота в урожае сои до 90% и получить прибавки урожая зерна сои от 2 ц (в Амурской области) до 18 ц/га (в Крыму и Казахстане). Особенно высока была эффективность выделенных

штаммов ризобий в районах, где их природная популяция отсутствует, где соя недавно интродуцирована [26].

Неустойчивость растениеводства, низкая урожайность зерновых, сои и других культур связывается с чем-то одним. Прежде всего, с нехваткой или малым количеством минеральных удобрений. Вклад удобрений в урожай действительно очень высок. Но не только это является причиной. Основные причины неустойчивости растениеводства и земледелия Дальнего Востока связаны со многими факторами:

- природно-климатические условия региона, прежде всего, определяют рискованность земледелия, растениеводства и неурожайные годы;

- удалённость и труднодоступность региона, развитие сельских территорий, дорог, вопросы логистики существенно снижают эффективность растениеводства и земледелия;

- агроэкологии и рациональному природопользованию в земледелии и растениеводстве не уделяется внимания;

- в результате деградируют агроландшафты, развиваются негативные процессы, снижается и без того невысокое плодородие почв;

- структура посевных площадей и севообороты в регионе определяются не долгосрочной стратегией, а конъюнктурными решениями, даже вопреки здравому смыслу;

- крайне мало используются научные разработки и рекомендации науки. Несоблюдение севооборотов ведёт к ухудшению фитосанитарного состояния посевов и снижению плодородия почв. Рискованность растениеводства и земледелия, с одной стороны, перспективность многолетних кормовых трав для средообразования, почвозащитного земледелия, кормопроизводства и животноводства, с другой стороны;

- недостаточна изученность территории для создания высокопродуктивного, устойчивого и экологически чистого сельского хозяйства;

- приоритеты развития сельского хозяйства расходятся со Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, ориентированной на учет взаимодействия человека и природы, создание природоподобных технологий;

- кадровые вопросы, мотивация кадров, их заинтересованность в результатах труда.

Заключение

Установлено, что большая часть территории Дальнего Востока является рискованной для развития растениеводства и земледелия из-за неустраняемых природных факторов, которые усиливаются в результате нерациональной сельскохозяйственной деятельности. Недостатками являются разбалансированность растениеводства, земледелия и животноводства в сельском хозяйстве региона, где животноводство недооценено, и разбалансированность структуры посевных площадей, где местами соя становится монокультурой, что влечёт за собой развитие негативных

процессов в растениеводстве, развитие болезней и вредителей, снижение плодородия почв.

Решение актуальных вопросов устойчивого сбалансированного развития сельского хозяйства, наиболее адаптированного к условиям Дальнего Востока, должно базироваться на изучении пространственного распределения региональных, ландшафтных, экологических закономерностей и максимальном использовании природно-климатических ресурсов, биологических и экологических факторов региона.

Список источников

1. ФАО. 2021. Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Системы на пределе. Сводный доклад 2021. Рим. <https://doi.org/10.4060/cb7654ru>.
2. Чайка А. К. Научное сопровождение программы социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 1. С. 9–11.
3. Дальний Восток. URL: <https://mygeografi.ru/dalnij-vostok> (дата обращения: 17.01.2023).
4. Асеева Т. А., Киселев Е. П., Сухомиров Г. И. Сельское хозяйство Дальнего Востока: условия, проблемы и потенциал развития / под ред. Н. Е. Антоновой; Институт экономических исследований ДВО РАН; Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства ХФИЦ ДВО РАН. Хабаровск : ИЗИ ДВО РАН. 2020. 162 с.
5. Голов В. И., Бурдуковский М. Л. Биологизация земледелия на Дальнем Востоке России. Перспективы и реальные возможности // Фундаментальные исследования. 2014. № 12–1. С. 118–123.
6. Агрорландшафты Поволжья. Районирование и управление / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова, Е. П. Яковлева. Москва–Киров: «Дом печати – ВЯТКА». 2010. 336 с.
7. Агрорландшафты Центрального Черноземья. Районирование и управление / В.М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова, Е. П. Яковлева. Москва : Издательский Дом «Наука», 2015. – 198 с.
8. Карта почвенно-экологического районирования Российской Федерации / науч. ред.: Г. В. Добровольский, И. С. Урусевская. Масштаб 1:2500000. Москва : Талка+, 2013. 16 л.
9. Национальный атлас почв Российской Федерации. Москва : Астрель: АСТ, 2011. 632 с.
10. Природно-сельскохозяйственное районирование и использование земельного фонда СССР / под ред. А. Н. Каштанова. Москва : Колос, 1983. – 336 с.
11. Агрорландшафтно-экологическое районирование – основа устойчивого развития сельского хозяйства Восточной Сибири и Дальнего Востока / И. А. Трофимов [и др.] // Биосфера. 2022. Т. 14. № 3. С. 193–199. URL : <https://doi.org/10.24855/biosfera.v14i3.695>
12. Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Земля и сельское хозяйство Дальнего Востока // Жизнь Земли. 2022. Т. 44. № 2. С. 192–201.
13. Соя на Дальнем Востоке / А. П. Ващенко, [и др]. Владивосток : Дальнаука, 2010. 435 с.
14. Пуртова Л. Н., Щапова Л. Н., Ващенко А. П., Брагина В. В. Влияние технологий возделывания сои на микрофлору, эмиссию CO₂ и гумусное состояние агроземов Приморья // Земледелие. 2014. № 6. С. 10–13.
15. Посевные площади сельскохозяйственных культур // Единая межведомственная информационно – статистическая система (ЕМИСС). URL: <https://fedstat.ru/indicator/31328> (дата обращения: 15.01.2023).
16. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Важнейший фактор биологизации земледелия – кормопроизводство // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Сб. науч. трудов ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса», выпуск 5 (53) / под ред. чл.-корр. РАН В. М. Косолапова, Н.И. Георгиади. Москва : Угрешская типография. 2015. С. 6–13.
17. Шпаков А.С. Средообразующая роль многолетних трав в системе ведения хозяйств в Нечернозёмной зоне // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Сб. науч. трудов ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса», выпуск 5 (53) / под ред. чл.-корр. РАН В.М. Косолапова, Н.И. Георгиади. Москва : Угрешская типография. 2015. С. 120–129.
18. Сафиоллин Ф. Н., Хисматуллин М. М., Сочнева С. В. Роль многолетних трав в повышении плодородия серо-лесных почв республики Татарстан // Актуальные проблемы и достижения в сельскохозяйственных науках : сб. науч. трудов по итогам международной науч.-практ. конф. Самара: Инновационный

центр развития образования и науки, 2016. Вып. 3. С. 8–10.

19. Борисова Е. Е. Роль в севооборотах многолетних трав // Вестник НГИЭИ. 2015. С. 12–19.
20. Кузнецов А. И., Семенов Ю. Г. Применение соломы и пожнивных посевов зернобобовых культур в качестве сидератов при возделывании яровой пшеницы и картофеля // Материалы межрег. науч.-практ. конф. Чебоксары: ЧГСХА, 2000. С. 106–108.
21. Лошаков В. Г. Севооборот как агроэкологическая основа систем земледелия // Научные основы систем земледелия и их совершенствование. Новгород, 2007. С. 10–14.
22. Строженко Н. В. Влияние различных чередований возделываемых культур на плодородие выщелоченного чернозема ЦЧП: дисс... канд. с.х.-наук. Воронеж, 1984. 196 с.
23. Элементарные почвообразовательные процессы. Москва : Наука, 1992. 184 с.
24. Зинченко М. К., Шаркевич В. В., Федулова И. Д. Микробиологические аспекты адаптивно-ландшафтного земледелия в зоне Владимирского Ополя // Земледелие, агрохимия и почвоведение. 2018. №1 (83). С. 14–19.
25. Рукавицина И. В., Ткаченко О. В., Филиппова Н. И. Влияние последействия многолетних трав на микробоценоз почвы в посевах яровой пшеницы в условиях Северного Казахстана // Наука и мир. 2019. № 9 (73). С. 26–31.
26. Тильба В. А., Бегун С. А., Якименко М. В. Изучение природных популяций клубеньковых бактерий сои Российского Дальнего Востока // Аграрные проблемы научного обеспечения Дальнего Востока: сб. науч. труд. конф., посвящ. 45-летию ВНИИ сои. Благовещенск, 2013. Т. 2. С. 13–17.

References

1. FAO. 2021. *Sostoyanie mirovykh zemel'nykh i vodnykh resursov dlya proizvodstva prodovol'stviya i vedeniya sel'skogo khozyaistva. Sistemy na predele*. [The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture. Systems on the edge]. Svodnyi doklad [Summary report], 2021. Rome, 2021, 99 p. (in Russ.). URL : <https://doi.org/10.4060/cb7654ru>
2. Chaika AK. Nauchnoe soprovozhdenie programmy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Dal'nego Vostoka i Baikalskogo regiona [Scientific support of the program of socio-economic development of the Far East and the Baikal region]. *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk. – Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*, 2014 ; 1 : 9–11. (in Russ.)
3. *Dal'nij Vostok [Far East]*. URL: <https://mygeografi.ru/dalnij-vostok> (Accessed 17 January 2023) (in Russ.)
4. Aseeva TA. (Eds.), Kiselev EP, Sukhomirov GI. *Sel'skoe khozyaistvo Dal'nego Vostoka: usloviya, problemy i potentsial razvitiya [Agriculture of the Far East: conditions, problems and development potential]*, Khabarovsk, 2020, 162 p. (in Russ.)
5. Golov VI, Burdukovskii ML. Biologizatsiya zemledeliya na Dal'nem Vostoke Rossii. Perspektivy i real'nye vozmozhnosti [Biologization of agriculture in the Far East of Russia. Prospects and real opportunities] // *Fundamental'nye issledovaniya. – Fundamental research*, 2014 ; 12–1 : 118–123. (in Russ.)
6. Kosolapov VM, Trofimov IA, Trofimova LS, Yakovleva EP. *Agrolandshafty Povolzh'ya. Raionirovanie i upravlenie [Agricultural landscapes of the Volga region. Zoning and management]* / Moscow-Kirov : "Dom pechati – VYATKA", 2010, 336 p. (in Russ.)
7. Kosolapov VM, Trofimov IA, Trofimova LS, Yakovleva EP. *Agrolandshafty Tsentral'nogo Chernozem'ya. Raionirovanie i upravlenie [Agrolandscapes of the Central Black Earth Region. Zoning and management]*. Moscow : Izdatel'skii Dom "Nauka", 2015, 198 p. (in Russ.)
8. Dobrovolskii G., Urusevskaya IS. (Eds.) *Karta pochvenno-ekologicheskogo raionirovaniya Rossiiskoi Federatsii [Map of soil-ecological zoning of the Russian Federation]*. Moscow : Talka+, 2013.
9. *Natsional'nyi atlas pochv Rossiiskoi Federatsii [National Soil Atlas of the Russian Federation]*. Moscow : Astrel' : AST, 2011, 632 p. (in Russ.)
10. Kashтанова А. N. (Eds.) *Prirodno-sel'skokhozyaistvennoe raionirovanie i ispol'zovanie zemel'nogo fonda SSSR [Natural and agricultural zoning and use of the land fund of the USSR]*. Moscow : Kolos, 1983, 336 p. (in Russ.)
11. Trofimov IA, Trofimova LS, Yakovleva EP, et al. Agrolandshaftno-ekologicheskoe raionirovanie – osnova ustoichivogo razvitiya sel'skogo khozyaistva Vostochnoi Sibiri i Dal'nego Vostoka [Agrolandscape-ecological zoning as a basis for sustainable development of agriculture in Eastern Siberia and the Far East]. *Biosfera. – Biosphere*, 2022 ; Vol. 14, no. 3 : 193–199. (in Russ.). URL : <https://doi.org/10.24855/biosfera.v14i3.695>
12. Trofimov IA, Trofimova LS, Yakovleva EP. Zemlya i sel'skoe khozyaistvo Dal'nego Vostoka [Land and agriculture of the Far East]. *Zhizn' Zemli. – Life of the Earth*, 2022; Vol. 44, no 2 : 192–201. (in Russ.)
13. Vashhenko AP, Mudrik NV, Fisenko PP, et al. *Soya na Dal'nem Vostoke [Soy in the Far East]*. Vladivostok : Dal'nauka, 2010, 435 p. (in Russ.)
14. Purtova LN, Shchapova LN, Vashchenko AP, Bragina VV. Vliyanie tekhnologii vozdeleyvaniya soi na mikrofloru, emissiyu CO₂ i gumusnoe sostoyanie agrozemov Primor'ya [Influence of soybean cultivation technologies on microflora, CO₂ emission and humus state of Primorye agrozems]. *Zemledelie. – Agriculture*, 2014 ; 6 : 10–13. (in Russ.)
15. Posevnye ploshchadi sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Cultivated areas of agricultural crops].

Edinaya mezhvedomstvennaya informatsionno-statisticheskaya sistema (EMISS). – Unified Interdepartmental Information and Statistical System (EMISS). (in Russ.). URL: <https://fedstat.ru/indicator/31328> (Accessed 15 January 2023).

16. Kosolapov VM, Trofimov IA, Trofimova LS, Yakovleva EP. Vazhneishii faktor biologizatsii zemledeliya – kormoproizvodstvo [The most important factor in the biologization of agriculture is fodder production]. *Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo: Sbornik nauchnykh trudov FGBNU "VNII kormov im. V.R. Vil'yamsa", vy`pusk 5 (53)* [Multifunctional adaptive fodder production: Collection of scientific papers of the FSBSI "All-Russian Research Institute Feed named after V.R. Williams, issue 5 (53)]. Moscow : Ugreshskaya tipografiya, 2015, P. 6–13. (in Russ.).

17. Shpakov AS. Sredoobrazuyushchaya rol' mnogoletnikh trav v sisteme vedeniya khozyaistv v Nechernozemnoi zone [Environment-forming role of perennial grasses in the system of farming in the Nonchernozem zone]. *Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo: Sbornik nauchnykh trudov FGBNU "VNII kormov im. V.R. Vil'yamsa", vy`pusk 5 (53)* [Multifunctional adaptive fodder production: Collection of scientific papers of the FSBSI "All-Russian Research Institute Feed named after V.R. Williams, issue 5 (53)]. Moscow : Ugreshskaya tipografiya, 2015, P. 120–129. (in Russ.).

18. Safiollin FN, Khismatullin MM, Sochneva SV. Rol' mnogoletnikh trav v povyshenii plodorodiya sero-lesnykh pochv respubliki Tatarstan [The role of perennial grasses in increasing the fertility of gray forest soils of the Republic of Tatarstan]. *Aktual'nye problemy i dostizheniya v sel'skokhozyaistvennykh naukakh : sbornik nauchnykh trudov po itogam mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Actual problems and achievements in agricultural sciences: collection of scientific papers based on the results of the international scientific and practical conference]. Samara: Innovatsionnyi tsentr razvitiya obrazovaniya i nauki, 2016, Issue 3, P. 8–10. (in Russ.).

19. Borisova EE. Rol' v sevooborotakh mnogoletnikh trav [Role in crop rotations of perennial grasses]. *Vestnik NGIEI. – Bulletin of the Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics*, 2015, P. 12–19. (in Russ.).

20. Kuznetsov AI, Semenov YuG. Primenenie solomy i pozhnivnykh posevov zernobobovykh kul'tur v kachestve sideratov pri vozdeleyanii yarovoi pshenitsy i kartofelya [The use of straw and stubble crops of leguminous crops as green manure in the cultivation of spring wheat and potatoes]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Proceedings of the interregional scientific and practical conference]. Cheboksary: Chuvash State Agrarian University, 2000, P. 106–108. (in Russ.).

21. Loshakov VG. Sevooborot kak agroekologicheskaya osnova sistem zemledeliya [Crop rotation as an agroecological basis of farming systems]. *Nauchnye osnovy sistem zemledeliya i ikh sovershenstvovanie* [Scientific foundations of farming systems and their improvement]. Novgorod, 2007, P. 10–14. (in Russ.).

22. Stozhenko NV. Vliyaniye razlichnykh cheredovaniy vozdeleyaemykh kul'tur na plodorodie vyshchelochennogo chernozema TSCHP [Influence of various alternations of cultivated crops on the fertility of the leached chernozem of the Central Chernozem zone] [Dissertation]. Voronezh, 1984, 196 p. (in Russ.).

23. Elementarnyye pochvoobrazovatel'nye protsessy [Elementary soil-forming processes]. Moscow : Nauka, 1992, 184 p. (in Russ.).

24. Zinchenko MK, Sharkevich VV, Fedulova ID. Mikrobiologicheskie aspekty adaptivno-landshaftnogo zemledeliya v zone Vladimirskego Opol'ya [Microbiological aspects of adaptive-landscape agriculture in the zone of Vladimir Opol'e]. *Zemledelie, agrokhimiya i pochvovedenie. – Agriculture, agrochemistry and soil science*, 2018 ; 1(83) : 14–19. (in Russ.).

25. Rukavitsina IV, Tkachenko OV, Filippova NI. Vliyaniye posledeystviya mnogoletnikh trav na mikrobitsenoz pochvy v posevakh yarovoi pshenitsy v usloviyakh Severnogo Kazakhstana [Influence of the aftereffect of perennial grasses on soil microbiocenosis in spring wheat crops in the conditions of Northern Kazakhstan]. *Nauka i mir. – Science and World*, 2019 ; 9 (73) : 26–31. (in Russ.).

26. Til'ba VA, Begun SA, Yakimenko MV. Izuchenie prirodnykh populyatsii kluben'kovykh bakterii soi Rossiiskogo Dal'nego Vostoka [Study of natural populations of nodule bacteria of soybean in the Russian Far East]. *Agrarnyye problemy nauchnogo obespecheniya Dal'nego Vostoka: sbornik nauchnykh trudov konferentsii, posvyashchennyi 45-letiyu VNII soi* [Agrarian problems of scientific support of the Far East: a collection of scientific papers of the conference dedicated to the 45th anniversary of the All-Russian Research Institute of Soybean]. Blagoveshchensk, 2013. – T. 2. – S. 13–17.

Информация об авторах

И.А. Трофимов – д-р географ. наук ст. науч. сотр.;
Л.С. Трофимова – канд. с.-х. наук, доцент;
Е.П. Яковлева – ст. науч. сотр.

Information about the authors

I.A. Trofimov – Dr Geograph. Sci. Senior Researcher;
L.S. Trofimova – Cand. Agr. Sci., Associate Professor;
E.P. Yakovleva – Senior Researcher

**Статья поступила в редакцию 22.02.2023;
одобрена после рецензирования 12.05.2023;
принята к публикации 15.05.2023**

**The article was submitted 22.02.2023;
approved after reviewing 12.05.2023;
accepted for publication 15.05.2023**