

Научная статья

УДК 631/635; 502/504; 911
<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2023-1-2-46-52>

МНОГОЛЕТНИЕ ТРАВЫ И МИКРООРГАНИЗМЫ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Людмила Сергеевна Трофимова

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

Аннотация. С целью оценки роли многолетних трав и микроорганизмов в растениеводстве Дальнего Востока проведен анализ биологизации земледелия в регионе. Использовались разработанное нами Агроландшафтно-экологическое районирование Дальнего Востока, выполненное на основе Почвенно-экологического районирования Российской Федерации факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова и многочисленные публикации, посвященные изучению объектов наших исследований. Пахотные почвы Дальнего Востока характеризуются относительно низким естественным плодородием и для получения хороших урожаев требуют внесения высоких доз минеральных и органических удобрений. Установлено, что использование сельскохозяйственных земель нередко приводит к постепенному снижению уровня плодородия почв, снижению урожайности и качества продукции всех сельскохозяйственных культур. Проблема сохранения почвенного плодородия сельскохозяйственных земель в регионе является крайне актуальной. В современной экономической и экологической обстановке особая роль в повышении плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур принадлежит основным почвообразователям – многолетним травам и микроорганизмам. Одним из эффективных приемов стабилизации гумусного состояния и улучшения качества почв является фитомелиорация. Установлено положительное влияние посевов козлятника восточного, суданской травы и гречихи на показатели гумусного состояния деградированных почв. Выявлено, что наиболее благоприятные условия для протекания гумусообразовательного процесса и накопления гумуса складывались в вариантах с посевами бобовых, травосмесей бобовых и злаковых трав. Они являются эффективным фактором биологизации земледелия. При высокой стоимости минеральных удобрений это наиболее доступное средство стабилизации и повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Отмечено положительное влияние на почвы сельскохозяйственных угодий козлятника восточного. Он успешно сочетает высокую продуктивность с отличными кормовыми достоинствами при рациональном использовании агроклиматических условий территории и устойчивом повышении плодородия почвы. Для улучшения свойств почв и повышения урожайности зерновых культур перспективны выявленные штаммы аборигенных азотфиксирующих и обогащающих почву фосфором и калием почвенных бактерий. Они увеличивают урожайность ярового ячменя (на 25,9%) и яровой пшеницы (на 16,2%).

Ключевые слова: растениеводство, удобрения, биологизация, многолетние травы, микроорганизмы.

Для цитирования: Трофимова Л. С. Многолетние травы и микроорганизмы в растениеводстве Дальнего Востока // Агронаука. 2023. Том 1. № 2. С. 46–52. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2023-1-2-46-52>.

Original article

PERENNIAL PLANTS AND MICROORGANISMS IN CROP PRODUCTION OF FAR EAST

Lyudmila S. Trofimova

Federal Williams Research Centre of Forage Production and Agroecology,
Lobnya, Moscow region, Russia, viktrofi@mail.ru

Abstract. To evaluate the role of perennial herbs and microorganisms for Far Eastern crop production, crop farming biologisation in the region was analysed. We developed and used the agricultural and environmental landscape zoning of Far East based on soil and environmental zoning of the Russian

© Трофимова Л. С., 2023

Federation of the Soil Science Department of Lomonosov Moscow State University and numerous publications dedicated to the study of our research subjects. Arable soils of Far East are characterised by low natural fertility and to ensure good yield require introduction of high dosage of mineral and organic fertilisers. It has been found out that the use of agricultural lands often leads to gradual decrease in soil fertility levels and worse production quality of all crops. The issue of how to keep soil of agricultural lands fertile is extremely acute. In the modern economic and ecological environment, a special role in increasing soil fertility and crop yield belongs to perennial herbs and microorganisms as the main soil generators. One of the effective methods to stabilise the humus state and to enhance soil quality is phytomeliation, or vegetative reclamation. It has had positive impact on the crops of Eastern galega (*Galega orientalis*), Sudan grass (*Sorghum × drummondii*) and *Fagopyrum* on the humus state of degraded soil. It was found out that the most favourable conditions for the humus-forming process and humus enrichment were developed in option with legume crops, grass mixtures of legumes and cereal herbs. These prove to be an effective factor in agriculture biologisation. Taking into account the high cost of mineral fertilisers, this is the most affordable means of stabilising and increasing crop yields. It has been noted that there was a positive impact on soil of agricultural lands of Eastern galega (*Galega orientalis*). It successfully combines high productivity and excellent forage advantages in the rational use of agricultural and climatic conditions of the territory and steadily enhances soil fertility. To improve soil properties and enhance yield of cereal crops, it was found that there are promising strains of indigenous nitrogen fixing and enriching soil with phosphorus and potassium bacteria. They increase yield of spring barley (by 25.9%) and spring-sown field (by 16.2%).

Keywords: crop production, fertilizers, biologisation, perennial herbs, microorganisms.

For citation: Trofimova LS. Mnogoletnie travy i mikroorganizmy v rastenievodstve Dal'nego Vostoka [Perennial plants and microorganisms in crop production of far east]. *Agronauka. – Agrosience*. 2023; 1; 2: 46–52. (in Russ.). <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2023-1-2-46-52>.

Введение

Опыт наиболее развитых стран мира свидетельствует о том, что сельскохозяйственное использование земель с применением минеральных удобрений и химических средств защиты растений негативно воздействует на агроэкосистемы и плодородие почв. Агроэкосистемы Дальнего Востока испытывают значительную нагрузку от разбалансированности структуры посевных площадей, нарушения севооборотов, химизации и находятся в критическом состоянии.

Использование в сельском хозяйстве почв как основной производительной силы и основного средства производства продовольствия неизбежно приводит к постепенному снижению уровня их плодородия и, как следствие, к снижению урожайности и качества продукции всех сельскохозяйственных культур. Проблема сохранения почвенного плодородия сельскохозяйственных земель не только продолжает оставаться крайне актуальной, но из года в год усложняется. В современной экономической и экологической обстановке особая роль в повышении плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур принадлежит основным почвообразователям – многолетним травам и микроорганизмам [1–4].

Исследованиями разных научных учреждений, в том числе, Дальневосточного федерального университета, Тихоокеанского

института географии ДВО РАН, ФНЦ агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Дальневосточного института геологии ДВО РАН и других организаций решены многие актуальные задачи научного обеспечения продовольственной и экологической безопасности Дальнего Востока [5].

Материалы, объекты и методы исследований

В лаборатории геоботаники и агроэкологии ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса выполнено Агрорландшафтно-экологическое районирование Дальнего Востока на основе Почвенно-экологического районирования Российской Федерации факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова [6, 7]. Использовались также другие карты, атласы и многочисленные публикации, посвященные изучению объектов наших исследований [8–10 и др.]. При проведении исследований все источники информации изучались, сопоставлялись и критически анализировались.

Результаты и обсуждение

По результатам проведенного нами агрорландшафтно-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 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 кислотности и отрицательного воздействия переувлажнения [1, 8, 9, 10].

Российский Дальний Восток представляет собой обширный регион (36% территории России). Характерными чертами его

являются переходы от Тихого океана к суше, и от Арктической зоны до Дальневосточной зоны широколиственных лесов. Природно-климатические условия, различная степень влияния прибрежных морей и океана на сушу определяют чрезвычайную пестроту его региональной, ландшафтной и экологической дифференциации экосистем и их почвенно-растительного покрова.

Основные площади сельскохозяйственных угодий (5585,8 тыс. га) сосредоточены на юге Дальнего Востока в Приморском и Хабаровском краях, Амурской области и Еврейской автономной области (таблица) [11].

Таблица – Сельскохозяйственные угодья юга Дальневосточного природно-экономического района (на 1 января 2022 г., тыс. га)

Субъекты Российской Федерации	Общая площадь	Сельскохозяйственные угодья					
		всего	в том числе				
			пашня	залежь	многолетние насаждения	сенокосы	пастбища
Приморский край	16467,3	1649,4	755,1	60,8	26,0	361,9	445,6
Хабаровский край	78763,3	665,6	92,1	36,7	16,8	398,4	121,6
Амурская область	36190,8	2733,5	1596,6	224,7	11,9	417,8	482,5
Еврейская АО	3627,1	537,3	94,8	70,1	3,1	119,2	250,1
Всего	135048,5	5585,8	2538,6	392,3	57,8	1297,3	1299,8
% от общей площади	100	4,14	1,88	0,03	0,04	0,96	0,96

Биологизация является перспективной альтернативой химизации земледелия для обеспечения продуктивного долголетия агроэкосистем, сохранения и восстановления плодородия почвы. Основными почвообразователями являются многолетние травы и микроорганизмы [3, 6].

Так, в результате длительного стационарного опыта ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки установлена эффективность применения микробиологических препаратов. Основой для создания нового перспективного биопрепарата для улучшения свойств почв и повышения урожайности зерновых культур являются штаммы аборигенных азотфиксирующих, фосфат- и калий-соллюбиризирующих почвенных бактерий. Экспериментально установлено, что данные штаммы и их сочетания обладают высокой потенциальной способностью стимулировать прорастание семян и развитие проростков, что приводит к увеличению урожайности ярового ячменя (на 25,9%) и яровой пшеницы (на 16,2%). Выявлено положительное воздействие использования полученных консорциумов бактерий на увеличение доступности элементов питания в почвах При-

морского края [12–14].

Выявлено, что снижение количества доступного почвенного азота на фоне многолетнего использования удобрений в полевом опыте является следствием угнетения аммонифицирующей и азотфиксирующей микрофлоры (при одновременном росте численности микроорганизмов, использующих минеральные формы азота). Такие изменения в структуре почвенного микробиоценоза напрямую влияют на природный азотистый обмен в почвах и в дальнейшем могут негативно отразиться на общем минеральном балансе почвы [15].

Разработка теоретических основ естественного восстановления плодородия почв в агроэкосистемах чрезвычайно актуальна. В почвах Приморского края энергопотери, связанные с уменьшением содержания гумуса, составляют в агротемногумусовых подбелах до 321 млн ккал/га, в агроторфяноглееземах этот показатель возрастает до 1000 млн ккал/га, что негативно сказывается на изменении экологического состояния почв в целом [16].

Многолетние бобовые травы являются эффективным фактором биологизации земледелия. В условиях развивающихся ры-

ночных отношений при высокой стоимости минеральных удобрений это наиболее доступное средство стабилизации и повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Отмечено положительное влияние на почвы сельскохозяйственных угодий козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.), который превосходно сочетает высокую продуктивность с отличными кормовыми достоинствами при устойчивом семеноводстве, рациональном использовании агроклиматических условий территории и устойчивом повышении плодородия почвы [17, 18].

Как природный фитомелиорант козлятник восточный обладает способностью симбиотически усваивать атмосферный азот и накапливать его в почве. Благодаря мощной, хорошо развитой корневой системе он легко усваивает фосфор и калий, улучшает структуру и плодородие почвы, обогащая ее органическим веществом за счет массы корней и пожнивных остатков [19, 20].

Главное достоинство козлятника – большое количество пожнивных остатков, которое остается после уборки культуры. Наблюдения показали, что содержание общего количества органического вещества в его корневых и пожнивных остатках составляет 12,2 т/га. Содержание гумуса при их разложении повышается на 0,61 т/га [21, 22]. Однако процессы разложения, осуществляемые почвенным микробным сообществом, практически не исследованы.

Одним из эффективных приемов стабилизации гумусного состояния и улучшения качества почв является фитомелиорация. Исследования, проведенные ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, позволили установить позитивное влияние посевов козлятника восточного, суданской травы и гречихи на показатели гумусного состояния деградированных почв. Выявлено, что наиболее благоприятные условия для протекания гумусообразовательного процесса и накопления гумуса складывались в вариантах с посевами бобовых, а также травосмесей бобовых и злаковых [23, 24].

С целью введения в оборот неиспользованной пашни и залежных земель, были проведены комплексные исследования агрохимических процессов, происходящих в старопашотных почвах. Установлено, что наиболее целесообразно вводить в сельскохозяйственный оборот залежи возрастом более 20 лет, поскольку за этот срок про-

исходит восстановление агрофизических и агрохимических характеристик: снижается плотность сложения, улучшается структура, накапливается органическое вещество (гумус), увеличивается содержание подвижных форм элементов питания.

Однако проведение рекультивации земель должно определяться не только производственной необходимостью, но и агроэкологической целесообразностью, поскольку накопленный за десятилетия положительный эффект может быть утрачен при распашке. При возвращении залежей в севооборот необходимы агротехнические мероприятия по сохранению плодородия почв, при этом основные усилия должны быть направлены на уменьшение кислотности почвы посредством известкования. Кроме того, залежи могут быть успешно трансформированы под сенокосы и пастбища. Почвы, подверженные переувлажнению, можно использовать под посевы влаголюбивых трав, которые могут давать большее количество фитомассы. Полученные результаты являются основой для создания технологии очищения и восстановления почв [25, 26].

Исследования, проведенные учеными Дальнего Востока, за последние годы показали, что почвы, сдаваемые муниципальными властями юга Дальнего Востока в пользование китайским арендаторам, деградируют значительно быстрее, чем у отечественных производителей растениеводческой продукции [27, 28].

Практически повсеместно наблюдается снижение содержания гумуса и подвижного калия, отчетливо выражен процесс фосфатизации не только пахотного слоя, но и нижележащих горизонтов, увеличено валовое содержание тяжелых металлов в поверхностных слоях. Наиболее ярко эти явления выявлены на участках иностранных землепользователей. Отмечено захламливание почвенной толщи участков, арендованных гражданами КНР, фрагментами укрывного материала.

Совершенно справедливо показана также необходимость постоянного мониторинга состояния почв. Недооценивать масштабы и сложность решения этой задачи нельзя. Успех во многом будет зависеть от того, насколько хорошо мы сможем управлять рисками, угрожающими качеству агроэкосистем.

Заключение

Биологизация является перспективной альтернативой химизации земледелия для

обеспечения продуктивного долголетия агроэкосистем и сохранения плодородия почвы. Основными почвообразователями являются многолетние травы и микроорганизмы.

Одним из эффективных приемов стабилизации гумусного состояния и улучшения качества почв сельскохозяйственных угодий Дальнего Востока является фитомелиорация. Исследованиями установлено позитивное

влияние посевов козлятника восточного, суданской травы и гречихи на показатели гумусного состояния деградированных почв. Выявлено, что наиболее благоприятные условия для протекания гумусообразовательного процесса и накопления гумуса складывались в вариантах с посевами бобовых, а также травосмесей бобовых и злаковых трав. Установлена эффективность применения микробиологических препаратов.

Список источников

1. 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 НИИ сельского хозяйства ХФИЦ ДВО РАН. Хабаровск: ИЭИ ДВО РАН, 2020. 162 с.
2. Емельянов А. Н., Слабко Ю. И., Пуртова Л. Н., Мохань О. В. Состояние и трансформация плодородия почв Приморского края // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2022. № 3 (223). С. 7–17.
3. Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Проблемы и перспективы биологического земледелия в управлении агроландшафтами // Проблемы и перспективы биологического земледелия: материалы международной научной конференции (п. Рассвет, 23–25 сентября 2014 г.). Ростов-на Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2014. С. 22–27.
4. Голов В. И., Бурдуковский М. Л. Биологизация земледелия на Дальнем Востоке России. Перспективы и реальные возможности // Фундаментальные исследования. 2014. № 12. Ч. 1. С. 118–123.
5. Жарикова Е. А., Пуртова Л. Н., Голов В. И. Вклад почвоведов ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН в решение актуальных экологических проблем региона // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2022. № 4 (224). С. 47–60.
6. Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Природно-сельскохозяйственное районирование земельных угодий Дальнего Востока // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2022. № 1 (169). С. 114–120.
7. Карта почвенно-экологического районирования Российской Федерации / И. С. Урусевская [и др.] науч. ред. Г. В. Добровольский, И. С. Урусевская. Масштаб 1:2500000 / Москва : Талка+, 2013. 16 л.
8. Национальный атлас почв Российской Федерации. Москва : Астрель: АСТ, 2011. 632 с.
9. Природно-сельскохозяйственное районирование и использование земельного фонда СССР / под ред. А. Н. Каштанова. Москва : Колос, 1983. 336 с.
10. Дальний Восток. URL: <https://mygeografi.ru/dalnij-vostok> (дата обращения 17.01.2021).
11. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2021 году. М.: Росреестр, 2022. 206 с.
12. Использование штаммов микроорганизмов для повышения урожайности яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) / В. В. Бережная, А. Г. Клыков, М. Л. Сидоренко [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 6. С. 3–6.
13. Применение агрономически ценных бактерий для повышения почвенного плодородия и урожайности ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) / А. Н. Быковская, М. Л. Сидоренко, Н. А. Слепцова, [и др.] // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук, 2020. № 1. С. 75–82.
14. Прорастание семян злаков под влиянием композиций азотфиксирующих и фосфатмобилизующих бактерий из почв, возделываемых в условиях Дальнего Востока / М. Л. Сидоренко, Н. А. Слепцова, А. Н. Быковская [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56. № 1. С. 146–157.
15. Бойко А. Н., Сидоренко М. Л., Тимошинов Р. В. Влияние длительного применения удобрений на соотношение эколого-трофических групп микроорганизмов различных по типу азотного питания // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 9. С. 62–67.
16. Пуртова Л. Н., Костенков Н. М. Содержание органического углерода и энергозапасы в почвах природных и агрогенных ландшафтов юга Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука, 2009. 123 с.
17. Надежкин С. М., Кшникаткина А. Н. Козлятник восточный улучшает плодородие черноземов // Земледелие. 2001. № 1. С. 23.
18. Влияние козлятника восточного на почвенное плодородие / В. Ю. Тимонов, С. С. Балабанов, Н. М. Чернышева [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2010. № 5. С. 57–59.
19. Ступаков И. А., Шумаков А. В. Влияние козлятника восточного на плодородие почв // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 7. С. 30–31.
20. Эседуллаев С. Г., Шмелева Н. В. Возделывание козлятника восточного – эффективный способ повышения плодородия дерново-подзолистой почвы и продуктивность севооборота // Земледелие. 2015. № 1. С. 13–15.

21. Хуснидинов Ш. К. Нетрадиционные сидеральные культуры и плодородие почв Прибайкалья. Иркутск, 1999. 187 с.
22. Щапова Л. Н., Пуртова Л. Н., Киселева И. В. Влияние поверхностной обработки и уровня удобрения почвы на микрофлору агроземов и гумусообразование при возделывании многолетних трав // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2019. № 1 (203). С. 44–50.
23. Влияние различных фитомелиорантов на плодородие агрогенных почв Приморья / Л.Н. Пуртова, Л. Н. Щапова, А. Н. Емельянов, В. М. Босенко // Вестник Красноярского государственного агрономического университета. 2017. № 10. С. 121–129.
24. Пуртова Л. Н., Киселева И. В., Щапова Л. Н. Влияние фитомелиорации на процессы гумусоаккумуляции и микрофлору агрогенных почв Приморья. Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2021. 109 с.
25. Бурдуковский М. Л., Перепелкина П. А., Киселева И. В. Динамика растительности и свойств почв залежных экосистем // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 3. С. 78–83.
26. Бурдуковский М. Л., Перепелкина П. А., Голов В. И. Изменение агрофизических свойств залежных буроподзолистых почв Приморского края // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2020. № 1. С. 60–65.
27. Жарикова Е. А. Агрогенная трансформация аллювиальных почв на участках различных арендаторов на юге Приморья // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2017. № 4. С. 87–93.
28. Экологическое состояние пахотных почв Дальнего Востока и ближайшие перспективы их использования / В.И. Голов, М.Л. Бурдуковский, Н.В. Иваненко, Ю.А. Попова // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2020. № 1. С. 66–74.

References

1. Aseeva TA, Kiselev EP, Sukhomirov GI, Antonova NE (Eds.). Sel'skoe khozyaistvo Dal'nego Vostoka: usloviya, problemy i potentsial razvitiya [Agriculture of the Far East: conditions, problems and development potential]. Khabarovsk : Institute of Economic Research FEB RAS, 2020, 162 p. (in Russ.).
2. Emel'yanov AN, Slabko YuI, Purtova LN, Mokhan' OV. Sostoyanie i transformatsiya plodorodiya pochv Primorskogo kraia [State and transformation of soil fertility in Primorsky Krai]. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk. – Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*, 2022 ; 3 (223) : 7–17. (in Russ.).
3. Trofimov IA, Trofimova LS, Yakovleva EP. Problemy i perspektivy biologicheskogo zemledeliya v upravlenii agrolandschaftami [Problems and prospects of biological farming in the management of agrolandscapes]. *Problemy i perspektivy biologicheskogo zemledeliya: materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii [Problems and prospects of biological farming: proceedings of the International Scientific Conference]*. Rostov-on-Don : Izd-vo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2014, P. 22–27. (in Russ.).
4. 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, Part 1 : 118–123. (in Russ.).
5. Zharikova EA, Purtova LN, Golov V I. Vklad pochvovedov FNTs Bioraznoobraziya DVO RAN v reshenie aktual'nykh ekologicheskikh problem regiona [The contribution of soil scientists of the FSC for Biodiversity, Far Eastern Branch of the RAS to the solution of urgent environmental problems of the region]. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk. – Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2022 ; 4 (224) : 47–60. (in Russ.).
6. Trofimov IA, Trofimova LS, Yakovleva EP. Prirodno-sel'skokhozyaistvennoe raionirovanie zemel'nykh ugodii Dal'nego Vostoka [Natural and agricultural zoning of land in the Far East]. *Ispol'zovanie i okhrana prirodnykh resursov v Rossii. – Use and protection of natural resources in Russia*, 2022 ; 1 (169) : 114–120. (in Russ.).
7. Dobrovol'skii GV, Urusevskaya IS. (Eds.) *Karta pochvenno-ekologicheskogo raionirovaniya Rossiiskoi Federatsii [Map of soil-ecological zoning of the Russian Federation]*. Moscow : Talka+, 2013.
8. *Natsional'nyi atlas pochv Rossiiskoi Federatsii [National Soil Atlas of the Russian Federation]*. Moscow : Astrel' : AST, 2011, 632 p. (in Russ.).
9. Kashtanova AN (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.).
10. *Dal'nij Vostok [Far East]*. URL: <https://mygeografi.ru/dalnij-vostok> (Accessed 17 January 2023). (in Russ.).
11. Gosudarstvennyi (natsional'nyi) doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Rossiiskoi Federatsii v 2021 godu [State (national) report on the state and use of land in the Russian Federation in 2021]. Moscow : Rosreestr, 2022, 206 p. (in Russ.).
12. Berezhnaya VV, Klykov AG, Sidorenko ML, et al. Ispol'zovanie shtammov mikroorganizmov dlya povysheniya urozhainosti yarovoi myagkoi pshenitsy (*Triticum aestivum* L.) [The use of microorganism strains to increase the yield of spring soft wheat (*Triticum aestivum* L.)]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka. – Russian Agricultural Science*, 2020 ; 6 : 3–6. (in Russ.).
13. Bykovskaya AN, Sidorenko ML, Sleptsova NA, et al. Primenenie agronomicheskii tsennykh bakterii dlya povysheniya pochvennogo plodorodiya i urozhainosti yarovogo yachmenya (*Hordeum vulgare* L.) [Application of agronomically valuable bacteria to improve soil fertility and productivity of spring barley (*Hordeum vulgare* L.)]. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk. – Vestnik FEB RAS*, 2020 ; 1 : 75–82. (in Russ.).

14. Sidorenko ML, Sleptsova NA, Bykovskaya AN, et al. Prorastanie semyan zlakov pod vliyaniem kompozitsii azotfiksiruyushchikh i fosfatmobilizuyushchikh bakterii iz pochv, vzdelyvaemykh v usloviyakh Dal'nego Vostoka [Germination of cereal seeds under the influence of compositions of nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing bacteria from soils cultivated in the conditions of the Far East]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. – Agricultural biology*, 2021 ; Vol. 56, no 1 : 146–157. (in Russ.).
15. Boiko AN, Sidorenko ML, Timoshinov RV, et al. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya udobrenii na sootnoshenie ekologo-troficheskikh grupp mikroorganizmov razlichnykh po tipu azotnogo pitaniya [Influence of long-term use of fertilizers on the ratio of ecological and trophic groups of microorganisms of various types of nitrogen nutrition]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 2018 ; 9 : 62–67. (in Russ.).
16. Purtova LN, Kostenkov NM. Soderzhanie organicheskogo ugleroda i energozapasy v pochvakh prirodnykh i agrogennykh landshaftov yuga Dal'nego Vostoka Rossii [Organic carbon content and energy reserves in soils of natural and agrogenic landscapes in the south of the Russian Far East]. Vladivostok: Dal'nauka, 2009, 123 p. (in Russ.).
17. Nadezhkin SM, Kshnikatkina AN. Kozlyatnik vostochnyi uluchshaet plodorodie chernozemov [Oriental goat's rue improves the fertility of black soil]. *Zemledelie. – Agriculture*, 2001 ; 1 : 23. (in Russ.).
18. Timonov VYu, Balabanov SS, Chernysheva NM, et al. Vliyanie kozlyatnika vostochnogo na pochvennoe plodorodie [Influence of eastern goat's rue on soil fertility]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. – Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 2010 ; 5 : 57–59. (in Russ.).
19. Stupakov IA, Shumakov AV. Vliyanie kozlyatnika vostochnogo na plodorodie pochv [Influence of eastern goat's rue on soil fertility]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. – Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 2013 ; 7 : 30–31. (in Russ.).
20. Esedullaev SG, Shmeleva NV. Vzdelyvanie kozlyatnika vostochnogo – effektivnyi sposob povysheniya plodorodiya dernovo-podzolistoi pochvy i produktivnost' sevooborota [Cultivation of oriental goat's rue is an effective way to increase the fertility of soddy-podzolic soil and crop rotation productivity]. *Zemledelie. – Agriculture*, 2015 ; 1 : 13–15. (in Russ.).
21. Khusnidinov ShK. *Netraditsionnye sideral'nye kul'tury i plodorodie pochv Pribaikal'ya [Non-traditional green manure crops and soil fertility in the Baikal region]*. Irkutsk, 1999, 187 p. (in Russ.).
22. Shchapova LN, Puptova LN, Kiseleva IV. Vliyanie poverkhnostnoi obrabotki i urovnya udobreniya pochvy na mikrofloru agrozemov i gumusoobrazovanie pri vzdelyvanii mnogoletnikh trav [Influence of surface tillage and the level of soil fertilization on the microflora of agrozems and humus formation during the cultivation of perennial grasses]. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk. – Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*, 2019 ; 1 (203) : 44–50. (in Russ.).
23. Purtova LN, Shchapova LN, Emel'yanov AN, Bosenko VM. Vliyanie razlichnykh fitomeliorantov na plodorodie agrogennykh pochv Primor'ya [Influence of various phytomeliorants on the fertility of agrogenic soils in Primorye]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agronomicheskogo universiteta. – Bulletin of the Krasnoyarsk State Agronomic University*, 2017 ; 10 : 121–129. (in Russ.).
24. Purtova LN, Kiseleva IV, Shchapova LN. *Vliyanie fitomelioratsii na protsessy gumusonakopleniya i mikrofloru agrogennykh pochv Primor'ya [Influence of phytomelioration on the processes of humus accumulation and microflora of agrogenic soils in Primorye]*. Vladivostok: Izd-vo DVFU, 2021, 109 p. (in Russ.).
25. Burdukovskii ML, Perepelkina PA, Kiseleva IV. Dinamika rastitel'nosti i svoystv pochv zaleznykh ekosistem [Dynamics of vegetation and soil properties of fallow ecosystems]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya. – Theoretical and Applied Ecology*, 2020 ; 3 : 78–83. (in Russ.).
26. Burdukovskii ML, Perepelkina PA, Golov VI. Izmenenie agrofizicheskikh svoystv zaleznykh buropodzolistykh pochv Primorskogo kraja [Changes in the agrophysical properties of fallow brown-podzolic soils in Primorsky Krai]. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk. – Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*, 2020 ; 1 : 60–65. (in Russ.).
27. Zharikova EA. Agrogennaya transformatsiya allyuvial'nykh pochv na uchastkakh razlichnykh arendatorov na yuge Primor'ya [Agrogenic transformation of alluvial soils in the areas of various tenants in the south of Primorye]. *Vestnik Severo-vostochnogo nauchnogo tsentra DVO RAN. – Bulletin of the North-East Scientific Center, Russia Academy of Sciences Far East Branch*, 2017 ; 4 : 87–93. (in Russ.).
28. Golov VI, Burdukovskii ML, Ivanenko NV, Popova YuA. Ekologicheskoe sostoyanie pakhotnykh pochv Dal'nego Vostoka i blizhaishie perspektivy ikh ispol'zovaniya [Ecological state of arable soils of the Far East and immediate prospects for their use]. *Vestnik DVO RAN. – Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*, 2020 ; 1 : 66–74. (in Russ.).

Информация об авторе

Л.С. Трофимова – канд. с.-х. наук, доцент

Information about the author

L.S. Trofimova – Cand. Agr. Sci., Associate Professor

**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**