

В.И. ГОЛОВ, М.Л. БУРДУКОВСКИЙ,
Н.В. ИВАНЕНКО, Ю.А. ПОПОВА

Экологическое состояние пахотных почв Дальнего Востока и ближайшие перспективы их использования

Дан анализ влияния основных природных и антропогенных факторов на экологическое состояние пахотных почв Дальнего Востока в свете современной трактовки экологических функций почв и их роли в поддержании гомеостаза педосферы и в целом биосферы. Сделан акцент на агротехнике выращивания риса и других культур на почвах Приморья и Приамурья китайскими арендаторами и ее влиянии на плодородие, а также экологическое состояние арендуемых земель.

Ключевые слова: экология почв, факторы плодородия, деградация плодородия, экологические функции почв, рекультивация, конвенциональное и биологическое земледелие.

The ecological state of the arable soil of the Far East and the immediate prospects for their use. V.I. GOLOV¹, M.L. BURDUKOVSKIY¹, N.V. IVANENKO², Yu.A. POPOVA³ (¹Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok, ²Vladivostok State University of Economics and Service, ³Far Eastern Federal University, Vladivostok).

The article analyzes the impact of the main natural and anthropogenic factors on the ecological status of arable soils of the Russian Far East in the light of modern interpretation of the ecological functions of the soil and their role in maintaining the homeostasis of the pedosphere and the biosphere as a whole. Emphasis is placed on the agricultural practices of growing rice and other crops on the soils of Primorye and Amur region by Chinese tenants and its impact on fertility, as well as the ecological condition of the leased land.

Key words: soil ecology, fertility factors, fertility degradation, ecological functions of soils, recultivation, conventional and biological farming.

Введение

В последние десятилетия в связи с потерями и растущей деградацией пахотных почв в нашей стране, что было спровоцировано развалом экономики и распадом СССР, накопилось много серьезных проблем в отношении дальнейшего использования земель и их охраны. Деградация и снижение плодородия почв имеют место во всех странах, где занимаются выращиванием кормовых, продовольственных или технических культур. Причиной этому является многолетнее отчуждение товарной продукции, интенсификация обработки почвы, включая химическую мелиорацию, и ее утомление (накопление патогенной микрофлоры и аллелопатия). Выращивание культурных растений неизбежно приводит к истощению почвы, т.е. к потере ее плодородия.

*ГОЛОВ Владимир Иванович – доктор биологических наук, главный научный сотрудник, БУРДУКОВСКИЙ Максим Леонидович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник (Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток), ИВАНЕНКО Наталья Владимировна – кандидат биологических наук, доцент (Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, Владивосток), ПОПОВА Юлия Александровна – аспирант (Дальневосточный федеральный университет, Владивосток). *E-mail: gvishm@mail.ru

Экологические проблемы, связанные с деградацией пахотных почв в нашей стране, и в частности на Дальнем Востоке, актуализируются еще и в связи с тем обстоятельством, что в науке о почвах, во всяком случае отечественной, в последние 2–3 десятилетия происходит смена основополагающей парадигмы. В настоящее время публикуется заметно больше работ по экологии почв в ущерб исследованиям в области генезиса и географии почвенного покрова – наиболее популярному направлению в минувшем столетии. 20–30 лет тому назад считалось, что постоянный газовый состав атмосферы (во всяком случае, в отношении углекислого газа) поддерживается в основном за счет океана. В 80-е годы минувшего столетия отечественными учеными В.Г. Добровольским и Е.Д. Никитиным впервые было высказано предположение, что основным поставщиком двуокиси углерода в атмосферу (на 80–90 %) является почва [7]. В дальнейшем, при появлении более совершенной аппаратуры, данная гипотеза получила широкое признание, обретя ранг научной теории.

В связи с этим проблемы деградации почв уже нельзя рассматривать как региональные или государственные, они приобретают планетарный характер. Негативные последствия от явлений, все чаще наблюдаемых в текущем столетии (опустынивание, засоление, эрозия почв и др.), необходимо рассматривать не как локальные, а как глобальные, от которых в конечном счете зависит благосостояние человека, где бы он ни находился.

Необходимость безотлагательного решения вопросов, связанных с экологией пахотных почв и сельхозугодий, чрезвычайно актуальна для Дальневосточного федерального округа (далее ДФО), где ситуация в этом отношении весьма неблагоприятная, гораздо хуже, чем в других регионах РФ, и с малоутешительным прогнозом.

Земельный фонд ДФО (без Якутии) в настоящее время составляет 616,9 млн га [14, 20, 23]. Территории сельскохозяйственного назначения составляют 1 %, или 6,1 млн га, из них 3,2 млн га пахотных земель. Основной массив пахотных почв (96,4 %) сосредоточен на юго-западе региона (Амурская область и Приморский край), где на одного жителя в среднем приходится 0,36 га – более чем в 2 раза меньше, чем в среднем по РФ (0,88 га). Значительно ниже этот показатель для Хабаровского, Камчатского краев, Магаданской и Сахалинской областей (соответственно 0,2; 0,1; 0,08 и 0,05 га).

Экологическое состояние пахотных почв ДФО начиная с 1990 г. систематически не анализировалось ввиду того, что прежняя система агрохимического обслуживания была ликвидирована, как и Росгипрозем, или перепрофилирована, а новая так и не появилась. Качество сельскохозяйственных угодий в ДФО, по данным научно-исследовательских организаций ДВО РАН и ДВО РАСХН, было признано неблагоприятным [7]. По состоянию на 2005 г. из 6,1 млн га, находящихся в сельскохозяйственном пользовании, 32,0 % заболочены или переувлажнены (после наводнения 2013 г. эта цифра значительно больше), 13,5 % засорены камнями, 18,0 % почв отнесены к сильнокислым ($\text{pH}_{\text{сол.}}$ ниже 4,0, среди пахотных таковых 40 %). Всего же кислых почв, требующих известкования, оказалось значительно больше (%): в Амурской области – 94, в Приморье – 79, в Хабаровском крае – 76, в среднем по ДФО – 83, в то время как в среднем по РФ всего 32 %. В значительной степени эродированных почв 21,0 %, более половины пахотных угодий дегумифицированы, т.е. содержат гумуса менее 3,0 % [11, 20].

Ввиду своего географического положения и экономической ситуации в стране Дальний Восток существует в условиях ряда дополнительных негативных факторов, к которым относятся незаконные вырубки лесов, частые лесные пожары, последствия тайфунов и наводнений. В числе постоянно действующих факторов, которые, в связи с обсуждаемой темой, следует назвать в первую очередь, – урбанизация населения, свойственная многим экономически развитым и развивающимся странам.

Демографическая ситуация на Дальнем Востоке, которая в последние три десятилетия складывается весьма неблагоприятно, является серьезным препятствием для успешного освоения природных богатств региона и развития его экономики. С 1992 по 2014 г., по данным Росстата, население Дальнего Востока сократилось на 2,4 млн чел., что сопоставимо с потерями населения России за это же время по причине эмиграции,

сокращения продолжительности и снижения уровня жизни [5, 6, 16]. По данным Госстата, в ДФО самая низкая из всех федеральных округов РФ плотность населения: 1 чел./км², в то время как в центральном федеральном округе – 60,5 чел./км² [5]. Как отмечено в работе А.С. Яковлева и др. [24], «...к настоящему времени многие сельскохозяйственные регионы обезлюдели, большие площади земель заброшены или перешли к недобросовестным землепользователям ориентированным на получение выгоды любой ценой». В том же ключе действуют китайские арендаторы в ДФО, Забайкалье и Сибири.

В последние годы демографические проблемы и проблемы недостатка рабочей силы решаются за счет эмиграции в основном из бывших союзных республик, а также с помощью так называемого «вахтового» метода. На одном из последних Гайдаровских форумов, проходившем в Санкт-Петербурге в 2017 г., было рекомендовано решать вышеупомянутые проблемы за счет крупных городских агломераций [24]. По существу это тот же «вахтовый» метод, который, как показала практика работы уже существующих в России сельскохозяйственных холдингов, неизбежно приводит к потребительскому отношению к почвам, что, в свою очередь, ведет к социально-экономической и экологической деградации земель. Об этом же свидетельствует практика использования пахотных почв китайскими арендаторами. Необходимо констатировать, что прирост населения, как подсказывает мировой опыт, всегда происходит за счет сельских поселений [6, 13]. Так было в Китае, Индии, в царской России и в социалистической России до периода «раскулачивания» крестьян и насильственной их коллективизации.

Площадь арендуемых китайцами земель в настоящее время только в Приморье и Приамурье составляет около 50 тыс. га. При сложившейся практике выращивания сои, зерновых и овощных культур на арендованных почвах вполне вероятен сценарий полной их деградации, как это случилось несколько лет назад в Таримской впадине Синьцзян-Уйгурского автономного района Китая, где расположены наиболее плодородные почвы этой страны [10]. Данные почвы находились в эксплуатации в среднем около 10 лет с момента их освоения. Содержание гумуса в них сократилось почти в 3 раза, поэтому 15 % почв, в основном орошаемых, пришлось вывести из оборота по причине нарастающих явлений дегумификации, засоления и опустынивания. В последние 30 лет в Китае в почвы вносятся удобрения в количестве, превышающем среднемировое в 10 раз и более, а также химические средства защиты растений (гербициды, инсектициды, зооциды и др.). Китай сейчас прочно удерживает первое место в мире по их производству и применению [2, 3, 26, 27]. В 2000 г. на полях КНР применялось около 250 тыс. т пестицидов, а в 2015 – уже 350 тыс. т, причем в их ассортименте до сих пор присутствуют персистентные ядохимикаты (хлорорганические и другие, аналогичные печально известному ДДТ), многие из которых практически не разлагаются в почвах [4, 8, 26]. Поэтому основной целью проведенных нами исследований было определение степени деградации используемых китайскими арендаторами пахотных почв в Спасском и Хасанском районах, где находятся основные посевы риса и овощей, выращиваемых по китайским технологиям.

Объекты и методы

Экологическое состояние почв, используемых китайскими арендаторами, изучали в двух районах Приморского края: Спасском – на луговой глеевой почве и Хасанском – на аллювиальных почвах (пойменная и остаточнопойменная). Исследованы занятые посевами риса, сои и овощными культурами поля, находящиеся в аренде у китайских производителей около 10 лет. Агрохимические показатели сравнивали с полученными при анализе целинных и залежных участков, а также пахотных почв, используемых отечественными производителями, где агротехника была традиционной. Почвенные пробы отбирали буром на глубину пахотного горизонта (0–20–30 см). На аллювиальных почвах, в профиле которых встречалось большое количество крупной гальки, пробы отбирали лопатой на ту

же глубину. Средний образец почвы с каждого поля состоял из 10 индивидуальных проб. В усредненных образцах почвы определяли следующие агрохимические показатели: содержание гумуса – по Тюрину, реакцию почвенного раствора (pH_{KCl}) – потенциометрическим методом, сумму поглощенных оснований ($\text{Ca}+\text{Mg}$) в 0,1 N вытяжке уксуснокислого аммония [1, 15]. Статистическую обработку результатов анализа осуществляли стандартными методами. Представленные в статье агрохимические показатели, характеризующие экологическое состояние арендуемых почв, статистически достоверны.

Исследования образцов проводили в специализированной лаборатории, также использовали техническую базу Центра коллективного пользования биотехнологии и генетической инженерии (Федеральный научный центр биоразнообразия ДВО РАН).

Результаты и их обсуждение

В связи с тем что в нашей стране, как и в Китае, до сих пор нет постоянно действующей службы слежения за экологическим состоянием пахотных почв, нет и общепринятых, стандартных показателей, с помощью которых можно было бы объективно характеризовать степень деградированности почв, используемых в земледелии. В работе [24], посвященной проблемам устойчивого развития сельского хозяйства России, в качестве таковых предложено использовать содержание гумуса, величину кислотности, содержание подвижного фосфора и обменного калия. Именно по этим показателям (с добавлением эродированности) в 2005 г. проведена первая и, как оказалось, последняя оценка экологического состояния пахотных почв Дальнего Востока [11, 19]. Мы провели экологическую оценку избранных нами объектов по приведенным выше показателям, исключая эродированность, каковой не обнаружили, а также без доступных форм фосфора и калия (эти элементы в избытке вносились с удобрениями, было невозможно установить, в каком количестве, а потому и проанализировать динамику их содержания в почвах).

Для того чтобы получить представление о современной (конвенциональной) агротехнологии выращивания продовольственных культур, которая укоренилась в КНР со времен затухания «зеленой революции» (1980 г.), нами в 2015 г. отобраны и проанализированы пойменные (залежные и пахотные) почвы по обеим сторонам пограничной р. Амур. Изучаемые почвы были совершенно идентичны по основным генетическим признакам, а пахотные были заняты одной и той же культурой (соей) и различались только применяемой агротехникой, а также системой вносимых минеральных удобрений и средств защиты растений от вредителей и болезней.

На китайском берегу образцы почв были отобраны на опытных полях института земледелия в пригороде г. Хэй-Хе (провинция Хэйлунцзян), расположенного на правом берегу Амура, на российской территории – на полях учебно-опытного хозяйства Дальневосточного государственного аграрного университета (ДальГАУ) в пригороде г. Благовещенск.

Согласно литературным данным, в начале 2000-х годов в провинции Хэйлунцзян среднее количество внесенных минеральных удобрений составляло 130 кг/га (с колебаниями от 50 до 1000 кг/га), в Приморском крае – 6 кг/га, в Амурской обл. – 6,4 кг/га [3]. При проведении нами совместных с Шэньянской и Харбинской сельскохозяйственными академиями исследований эффективности торфогуминовых удобрений в полевых опытах китайские ученые использовали фоновые минеральные удобрения в количествах, в 3–5 раз превышающих объем выноса основных элементов питания. Под рис вносили 810 кг/га минеральных удобрений (НРК), а для сои, которая является одной из ведущих культур в провинции Хэйлунцзян, доза одних только азотных удобрений составляла 150 кг/га, в то время как известно, что при подкормке сои азотом в дозе 30 кг/га синтез атмосферного азота симбиотической микрофлорой угнетается, а при дозе 120 кг/га практически прекращается. Поэтому в отечественной агрохимической практике под бобовые культуры минеральный азот вносят крайне редко и только на очень бедных азотом почвах [3, 17, 21,



Пожелтение листьев кукурузы от передозировки минеральных удобрений и гербицидов на арендуемых китайцами полях Пограничного района Приморского края.
Фото А.В. Ганеки

26]. На зерновых культурах, особенно засушливой весной или в начале лета, на арендуемых китайцами землях наблюдается пожелтение листьев от избытка азотных удобрений (см. рисунок).

Как видно из результатов анализа (табл. 1), использование однотипных аллювиальных почв для выращивания сои и зерновых по технологии, принятой в КНР, привело к более интенсивной их деградации по всем показателям, за исключением кислотности (рН).

Таблица 1

Изменение основных экологических показателей почвы при интенсивной (КНР) и традиционной (РФ) агротехнологии выращивания сои

Почва	Страна	Степень освоенности почв	Содержание гумуса, %	рН, сол.	Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г
Пойменная на аллювиальных отложениях р. Амур	РФ	Целина	6,0 ± 0,3	5,3 ± 0,2	25,0 ± 0,8
		Пашня	3,5 ± 0,1	4,8 ± 0,2	20,0 ± 1,1
	КНР	Залежь	2,8 ± 0,3	6,3 ± 0,2	20,1 ± 0,6
		Пашня	1,8 ± 0,1	4,5 ± 0,3	16,3 ± 0,4

Кислотность почвы, отобранной с залежного участка, на китайской стороне оказалась значительно (в 10 раз) ниже, чем на целинном участке российского берега (рН 6,3 и 5,3 соответственно). Дело в том, что до отвода этого участка под залежь на нем в течение 10 лет выращивали рис, возделывание которого способствует резкому снижению кислотности благодаря восстановительным процессам, возникающим в анаэробных условиях после заливки посевов риса водой. Следует подчеркнуть, что по всем другим показателям, включая содержание питательных элементов в обменной форме, в случае возделывания риса деградация протекает более интенсивно, чем в почвах под суходольными культурами. В первую очередь это касается таких элементов, как азот, калий, кальций и магний, а также некоторых микроэлементов, присутствующих в почвах в катионной форме, которые интенсивно вымываются из почвы во время сброса воды и фильтрации ее с внутрипочвенным стоком при поливах и выпадении осадков [9, 17].

Как известно, одна из основных глобальных экологических проблем современности – потепление климата на нашей планете в связи с парниковым эффектом. Ведущую роль

здесь играют водяной пар, углекислый газ (CO_2), метан (CH_4) и закись азота (N_2O). Несмотря на то что доля закиси азота (N_2O) в возникновении парникового эффекта составляет всего 6 %, его концентрация в атмосфере растет, и в основном за счет сельскохозяйственной деятельности (пастбища в тропиках, увеличение площадей под орошаемое земледелие). Избыточное внесение азотных удобрений в умеренных широтах, в которых находится основной пахотный фонд Дальнего Востока, также способствует увеличению эмиссии закиси азота в атмосферу [12, 27]. Следует иметь в виду, что несмотря на незначительное участие закиси азота в суммарном парниковом эффекте (6 %), его относительный парниковый потенциал в 290 раз выше потенциала CO_2 , а средняя продолжительность существования этого газа в атмосфере 120 лет, что существенно увеличивает его вредоносность. Известно также, что рис в первую очередь нуждается в азоте, все остальные удобрения слабо влияют на его урожайность. Поэтому в КНР под рис вносят минеральные удобрения в соотношении $\text{N} : \text{P} : \text{K} = 7 : 2 : 1$, а в РФ – в соотношении, близком к $3 : 2 : 1$ [3, 17]. Поскольку рис растет в анаэробных условиях, предпочтительными формами азотных удобрений для этой культуры считаются аммиачные (сульфат аммония, мочевина). Но если применяется аммиачная селитра, нитратная форма азота, входящая в состав этого удобрения, менее чем через 1 нед. после заливки превращается в аммиак, который большей частью улетучивается в атмосферу и лишь частично поглощается почвой. Большие потери азота в форме N_2O происходят при возделывании суходольных культур и риса в период до посева весной и при уборке, когда вода удаляется из чеков. Причем, как установлено отечественными учеными [12, 27], эмиссия N_2O увеличивается в десятки и сотни раз после глубокого промерзания и оттаивания почв зимой. Весной же, когда устанавливаются положительные температуры и оптимальная влажность, в этих почвах бурно проходят процессы нитрификации и денитрификации, в результате чего эмиссия азота многократно усиливается. Такие условия весьма характерны для почв юга Дальнего Востока, особенно после малоснежных зим, часто случающихся в этих широтах. Минеральные удобрения по китайской и российской технологиям вносятся ранней весной или поздней осенью, т.е. в то время, когда теряется много азота либо безвозвратно (N_2), либо в виде парниковых газов (N_2O), повышающих температуру нашей планеты, или усиливающих кислотность дождей (H_2S , NH_3 , NO_2). Поэтому в связи с открывшимися в последние годы фактами, свидетельствующими о потерях вносимого с удобрениями азота, и в связи с потеплением климата необходимо сосредоточить внимание на поиске мер, сдерживающих ускоренную деградацию пахотных почв [3, 12, 17].

Представленные в табл. 2 данные свидетельствуют о том, что применяемая на исследованных полях технология ведет к их интенсивной дегумификации.

Таблица 2

Изменение экологических показателей пахотных почв ДФО, используемых китайскими арендаторами при выращивании риса и других культур

Район исследования	Культура	Используемая технология	Содержание гумуса, %	pH сол.	Удобрение, мг/экв на 100 г		
					Сумма Ca+Mg	Ca	Mg
Спасский, почва луговая, глеевая, суглинистая	Рис	КНР	$4,9 \pm 0,2$	$4,5 \pm 0,1$	$18,8 \pm 0,4$	$10,7 \pm 0,2$	$8,1 \pm 0,3$
	– « –	– « –	$4,7 \pm 0,1$	$4,4 \pm 0,1$	$20,2 \pm 0,5$	$11,5 \pm 0,1$	$8,7 \pm 0,2$
	Овощи	РФ	$5,7 \pm 0,3$	$5,3 \pm 0,4$	$26,2 \pm 0,6$	$19,8 \pm 0,3$	$6,4 \pm 0,4$
Хасанский, почва пойменная, на речном аллювии, залежь	Соя	КНР	$2,6 \pm 0,1$	$3,7 \pm 0,2$	$16,8 \pm 0,3$	$10,5 \pm 0,2$	$6,3 \pm 0,2$
	– « –	– « –	$3,3 \pm 0,4$	$3,9 \pm 0,1$	$14,6 \pm 0,4$	Н. д.	Н. д.
	Овощи	– « –	$3,9 \pm 0,3$	$4,2 \pm 0,1$	$15,7 \pm 0,3$	– « –	– « –
–	–	РФ	$5,5 \pm 0,4$	$4,6 \pm 0,3$	$21,5 \pm 0,6$	$18,1 \pm 0,3$	$3,4 \pm 0,1$

В Спасском районе содержание гумуса за 10 лет уменьшилось на 20 %, в Хасанском – почти наполовину (47,0 %). Как показали исследования, проведенные нами в длительных опытах на луговых черноземовидных почвах ВНИИ сои, умеренное применение одних минеральных удобрений в течение 50 лет привело к снижению содержания гумуса с 4,9 до 3,8 %, а на лугово-бурых почвах ПримНИИСХ за тот же срок – с 4,2 до 3,8 % [2, 4]. Применение китайской технологии кроме дегумификации почв способствовало увеличению их кислотности и снижению суммы поглощенных оснований по сравнению с залежными почвами и почвами, где использовалась отечественная технология, что также свидетельствует о более глубокой их деградации.

Следует обратить внимание на тот факт, что используемая китайскими арендаторами технология способствует нарушению естественного соотношения поглощенных форм Са и Mg, которое обычно характерно для целинных и пахотных почв. Показано [4], что наиболее благоприятным для сельскохозяйственных культур является соотношение Са : Mg как 1 : 2,5–5, т.е. когда в ППК почв на единицу магния приходится 2,5–5 единиц кальция. В арендуемых почвах, используемых под рис, это соотношение приближается к 1 : 1, т.е. очень далеко от идеального (табл. 2). Согласно последним исследованиям американских агрохимиков [27], избыток обменного магния в почвах приводит к ухудшению не только химических, но и физических свойств почв.

Тяжелые почвы с высоким содержанием Mg и низким Са увеличивают плотность почвы, образуя корку, которая задерживает поступление воды при поливе в период засухи. Чаще всего это случается на рисовых плантациях. По мнению опытного американского агрохимика Н. Кинси [27], посвятившего свою монографию проблемам оптимизации физико-химических свойств почв при выращивании растений, для получения высоких урожаев возделываемых культур в первую очередь необходимо обращать внимание на соотношение Са и Mg в ППК, которые в отечественной агрохимической практике до сих пор считаются второстепенными. Согласно его исследованию, идеальная почва (хотя в природе она почти не встречается) должна состоять на 45 % из минералов, на 5 – из органики, на 25 – из воды и на 25 % – из воздуха. В ППК этих почв 80 % от всей суммы поглощенных оснований должно приходиться на Са и Mg, а на остальные обменные катионы (Н, Na, Li и К) – 20 %. Причем для тяжелой почвы (глины 60 % и более) кальция нужно больше, а магния – меньше (70 % Са и 10 % Mg), так как кальций способствует разрыхлению почв, а магний, напротив, – их связыванию. Поэтому для легких почв (глины менее 50 %) оптимальным будет соотношение Са : Mg = 60 : 20 %. При оптимальном соотношении Са и Mg в почвах растения более эффективно используют воду, CO₂, N и другие элементы питания. Избыток Mg, как и N, зачастую провоцирует распад органического вещества в сторону его сбраживания, в результате чего выделяются спирт, формальдегид и другие консерванты и стерилизаторы, которые подавляют деятельность полезной микрофлоры и тем самым задерживают минерализацию органики, необходимой для жизнедеятельности растений, а также микрофлоры и микрофауны [22, 25, 27].

Таким образом, наши исследования показали, что темпы деградации арендуемых китайскими производителями в Приморье почв так же высоки, как в Китае, и они значительно превосходят таковые, свойственные другим российским территориям. В результате длительного изучения влияния систематического применения минеральных удобрений на экологические и агрохимические свойства пахотных почв Дальнего Востока нами установлено, что традиционная агротехника выращивания сельскохозяйственных культур, сложившаяся в России за последние 30 лет, после распада СССР не была ущербной в экологическом отношении [4, 5, 11]. Деградация почв наблюдалась, но она была вялотекущей, в отличие от ситуации в КНР (табл. 2). Использование пахотных почв китайскими арендаторами в Партизанском районе помимо дегумификации и подкисления почв привело к обеднению почвенного биоценоза живыми организмами [9]. Исчезли дождевые черви, которые считаются хорошими биоиндикаторами экологического состояния почв. Кроме того, отмечено, что широкое применение полиэтиленовой пленки как средства,

сохраняющего почвенное тепло и влагу, приводит к физическому и химическому загрязнению почв, что затрудняет их дальнейшее использование [8, 9, 17].

Заключение

Проведенные нами исследования почв, используемых китайскими арендаторами на полях ДФО, свидетельствуют о том, что применяемая ими конвенциональная агротехнология выращивания сельскохозяйственных культур приводит к ускоренной деградации и деградации арендуемой земли. Химические методы повышения плодородия почв и стрессоустойчивости растений, как показывает мировой опыт, уже не имеют прежней эффективности. Они ведут лишь к увеличению доз вносимых минеральных удобрений, а также, по данным других исследователей [9, 18], к повышению пестицидной нагрузки на окружающую среду, вызывая не только загрязнение почв, но и эвтрофикацию водоемов, а также химическую мутацию растений. Чтобы избежать экологического кризиса и уберечь пахотные почвы от эрозии, засоления и опустынивания, необходимо переходить на биологическое земледелие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 488 с.
2. Бурдуковский М.Л., Голов В.И., Ковшик И.Г. Изменение агрохимических свойств основных пахотных почв юга Дальнего Востока при длительном сельскохозяйственном использовании // Почвоведение. 2016. № 10. С. 1244–1250.
3. Ганзей С.С. Трансграничные геосистемы юга Дальнего Востока России и Северо-Востока Китая. Владивосток: Дальнаука, 2004. 231 с.
4. Голов В.И., Бурдуковский М.Л., Ковшик И.Г. Влияние длительного применения минеральных удобрений на экологию почв юга Дальнего Востока // Аграрные проблемы научного обеспечения Дальнего Востока. 2013. Т. 2. С. 17–27.
5. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». М.: Изд-во Минприроды России; НПП «Кадастр», 2018. 888 с.
6. Гундаров И.А. Демографическая катастрофа в России: причины, механизмы, пути преодоления. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 280 с.
7. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экологические функции почвы. М.: Изд-во МГУ, 1986. 137 с.
8. Егорова Д.О., Фарафонова В.В., Шестакова Е.А., Андреев Д.Н., Максимов А.С., Васянин А.Н., Бузмаков С.А., Плотникова Е.Г. Биоремедиация почвы, длительное время загрязненной ДДТ, с использованием аэробного штамма *Rhodococcus Wratislaviensis* CH628 // Почвоведение. 2017. № 10. С. 1262–1269.
9. Жарикова Е.А. Агрогенная трансформация аллювиальных почв на участках различных арендаторов на юге Приморья // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. 2017. № 4. С. 87–93.
10. Илахун А., Пинань Ж., Зяньдон Ц., Ляшко М.У., Бушуев Н.Н. Содержание гумуса в почвах Синьцзян-Уйгурского автономного района КНР // Вестн. РАСХН. 2010. № 4. С. 31–32.
11. Костенков Н.М., Ознобихин В.И. Почвы и почвенные ресурсы юга Дальнего Востока // Почвоведение. 2006. № 5. С. 517–520.
12. Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О. Влияние температуры и влажности на эмиссию закиси азота из некоторых пахотных почв // Почвоведение. 2010. № 8. С. 984–994.
13. Лазарев А.А. Вернуть власть земли // Дальневост. ученый. 2011. № 16. С. 6–7.
14. Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.
15. Минеев В.Г., Дурынина Е.П. и др. Практикум по агрохимии. М.: Изд-во МГУ, 1989. 303 с.
16. Нестерова О.В., Семаль В.А., Трегубова В.Г. Правовое и организационное совершенствование механизмов сохранения плодородия почв и земель Российской Федерации (на примере Дальнего Востока) // Почвоведение. 2016. № 6. С. 765–772.
17. Неунылов Б.А. Повышение плодородия почв рисовых полей Дальнего Востока. Владивосток: Прим. кн. изд-во, 1961. 240 с.
18. Росликова В.И. О состоянии почвенных ресурсов на приграничных территориях России и Китая // Вестн. ДВО РАН. 2012. № 6. С. 114–119.
19. Синельников Э.П., Слабко Ю.И. Агрогенезис почв Приморья. М.: Изд-во ГНУ ВНИИА, 2005. 280 с.

20. Система земледелия Амурской области: производственно-практический справочник / общ. ред. проф. П.В. Тихончука. Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2016. 574 с.
21. Тан Чжунсинь. Основные технологии возделывания сои в округе Хэй-Хэ (КНР) // Результаты и направления исследований по сое на Дальнем Востоке и в Сибири. Благовещенск: Изд-во ВНИИ сои, 2012. С. 219–211.
22. ФБ / Сельское хозяйство Китая. – <http://fb.ru/article/2581/selskoe-hozyaystvo-kitaya> (дата обращения: 31.07.2019).
23. Шафронов А.Д. Факторы эффективности землепользования // Земледелие. 2003. № 2. С. 3–5.
24. Яковлев А.С., Макаров О.А., Евдокимова М.В., Огородников С.С. Деградация земель и проблемы устойчивого развития // Почвоведение. 2018. № 9. С. 1167–1174.
25. Hamburger Jessica. Sea of pesticides surrounds China's organic farms // Glob. Pestic. Campaigner. 2001. N 3. P. 3–7.
26. Li Y., Zhao Y., Guan D. Land degradation and land-scape ecological construction in ning Province // Chin. J. Appl. Ecol. 2001. N 4. P. 601–604.
27. Neal Kinsey's Hands – On Agronomy: Understanding Soil Fertility and Fertilizer USE by Neal Kinsey and Charles Walters 3rd Edition. 2013. 416 p.