

М.Л. БУРДУКОВСКИЙ, П.А. ПЕРЕПЕЛКИНА, В.И. ГОЛОВ

Изменение агрофизических свойств залежных буроподзолистых почв Приморского края

Приведены результаты изучения изменений агрегатного состава и плотности сложения буроподзолистых почв в ходе их постагрогенного развития на примере сукцессионного ряда, включающего залежи 2-, 10-, 20- и 30-летнего возраста (Яковлевский и Анучинский районы Приморского края). Структурно-агрегатный анализ почв проводили методом сухого просеивания, в результате которого агрегаты были разделены на семь фракций: >10, 10–5, 5–2, 2–1, 1–0,5, 0,5–0,25 и <0,25 мм. Плотность почвы определяли весовым методом. Установлено, что в зрелых залежах по сравнению с молодыми заметно снизилась плотность почвы, увеличилось количество агрономически ценных агрегатов. В результате уменьшился их средневзвешенный диаметр, что положительно отразилось на коэффициенте структуры. Наиболее существенные изменения отмечены в 30-летней залежи. Подобные исследования на территории Приморского края ранее не проводились.

Ключевые слова: почвы залежей, физические свойства почвы, структура почвы, агрегатный состав, сукцессии.

Changes in agrophysical properties of fallow brown podzolic soils in the Primorsky Region.
M.L. BURDUKOVSKII, P.A. PEREPELKINA, V.I. GOLOV (Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok).

Changes in aggregate structure and bulk density of brown podzolic soils during their postagrogenic evolution have been studied in the successions on abandoned agricultural fields 2-, 10-, 20- and 30-years old (Yakovlevsky and Anuchinsky Districts in the Primorsky Region of the Russian Far East). Soil macroaggregates were separated with the sieve (dry sieve) to seven aggregate size fractions, i.e. >10, 10–5, 5–2, 2–1, 1–0.5, 0.5–0.25 and <0.25 mm. The bulk density of the soil was determined by the gravimetric method. Mature fallows have a significantly better structure and characterized by an increase of agronomically valuable aggregates and a decrease in mean weight diameter and bulk density in comparison with their younger analogues. The most significant changes are noted in the 30-year-old fallow soils. Such studies have not been previously conducted in the Primorsky Region of the Russian Far East.

Key words: fallow soils, physical properties of soil, soil structure, aggregate structure, successions.

Введение

Острый экономический кризис на территории России, начавшийся в 90-е годы прошлого столетия, стал важным фактором резкого сокращения пахотных земель. На Дальнем Востоке в 1990–2003 гг. реальное сокращение составило 2,1 млн га [2]. В настоящее время выведение земель из залежного состояния в пашню становится общемировой тенденцией [9, 20]. Актуально это и для России, в частности для Дальневосточного

*БУРДУКОВСКИЙ Максим Леонидович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ПЕРЕПЕЛКИНА Полина Александровна – младший научный сотрудник, ГОЛОВ Владимир Иванович – доктор биологических наук, главный научный сотрудник (Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток). *E-mail: mburdukovskii@gmail.com

Работа выполнена частично при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 17-76-10011).

региона, где залежные земли в структуре сельскохозяйственных угодий занимают 451,1 тыс. га [12].

Важным аспектом при изучении залежных земель является восстановление плодородия и выявление возможных путей постагрогенной эволюции почв. В настоящее время можно считать общепризнанным, что структура и плотность сложения почв являются основными параметрами, определяющими их физические свойства и оказывающими решающее влияние на продуктивность агро- и фитоценозов [8, 13]. При зарастании бывших сельскохозяйственных угодий изменяются основные физические, химические и биологические свойства почв, при этом трансформация в значительной степени затрагивает бывший пахотный горизонт [14, 17].

На территории Приморского края агрохимическое обследование почв проводится нерегулярно. Данные по динамике изменений физических свойств залежных земель отсутствуют, несмотря на то что важность таких наблюдений, которые должны стать обязательной составной частью мониторинга земель, подчеркнута Министерством сельского хозяйства Российской Федерации [11]. Цель данной работы – оценка современного агрофизического состояния разновозрастных залежных почв Приморского края на примере структурных показателей и плотности сложения.

Объекты и методы

Работа проведена на бывших пахотных землях Яковлевского и Анучинского районов Приморского края в июле–августе 2018 г. Исследуемые участки представляли собой залежные территории 2-, 10-, 20- и 30-летнего возраста (табл. 1). В 1970–1980 гг. исследуемые поля использовались под полевые и овощные севообороты. В эти же годы была проведена последняя агрохимическая съемка территорий совхозов.

Таблица 1

Характеристика объектов исследований

Возраст залежи, лет	Географические координаты, град.		Тип доминирующей синузии
	широта N	долгота E	
2	44.19594	133.36099	Клеверовая
10	44.33809	133.47595	Вейниково-полюнная
20	44.25491	133.37891	-«-
30	44.44512	133.47147	Полюнно-разнотравная

На каждом участке был заложен почвенный разрез, вокруг которого дополнительно делали 4 прикопки. Почва на исследуемых участках буроподзолистая.

В Приморском крае буроподзолистые почвы распространены по увалам Уссурийско-Ханкайской равнины, по пологим шлейфам предгорий под широколиственными и остепенными дубовыми лесами. Почвообразующими породами являются элювий, элюво-делювий базальтов, гранитов, плотных осадочных пород. Часто встречаются их сочетания с бурыми лесными оподзоленными и бурыми лесными типичными почвами. Общими, наиболее характерными признаками являются наличие осветленного подпахотного горизонта, тяжелый механический состав, кислая реакция среды, невысокое (2–4 %) содержание гумуса и низкое или среднее содержание основных питательных элементов (особенно фосфора). Часто в профиле прослеживаются признаки поверхностного переувлажнения [4, 6].

На каждой пробной площадке был заложен почвенный разрез, вокруг которого дополнительно делали 4 прикопки. Смешанные образцы почвы для анализов отбирали послойно по всему профилю.

Структурно-агрегатный анализ почв проводили методом сухого просеивания на грохоте Retsch AS 200 basic (Германия). Для этого 300 г воздушно-сухой почвы естественного сложения освобождали от корней, интенсивно встряхивали на ситах с диаметром отверстий 10, 5, 2, 1, 0,5 и 0,25 мм. Исходя из данных структурного анализа рассчитывали средневзвешенный диаметр агрегатов (СВД) для каждого слоя в соответствии с формулой

$$\text{СВД} = \sum_{i=0}^n \overline{XiMi},$$

где M_i – весовой % фракции агрегатов со средним диаметром; n – количество фракций.

Коэффициент структурности (K_s) оценивали как отношение (по массе) суммы агрегатов диаметром 0,25–10 мм к сумме агрегатов диаметром более 10 и менее 0,25 мм.

Рассчитана доля агрономически ценных агрегатов (АЦА) как отношение массы агрегатов размером 0,25–10 мм к сумме всех фракций [15, 18]. В образцах ненарушенного сложения определяли плотность (объемную массу) весовым методом [1].

При обработке данных применяли общепринятые статистические методы с использованием программы Statistica v.13.

Исследование образцов проводили в специализированной лаборатории, а также с использованием технической базы Центра коллективного пользования биотехнологии и генетической инженерии (ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН).

Результаты и их обсуждение

Почвенные агрегаты – важный компонент, характеризующий почвенную структуру, ухудшение которой, в свою очередь, является особой формой деградации почвы [16]. Соотношение фракций разного размера тесно связано с физико-химическими свойствами почвы. Поэтому изучение вопросов образования и разрушения агрегатов является ключевым для понимания изменения внутripочвенных процессов, происходящих в ходе пост-агрогенной эволюции.

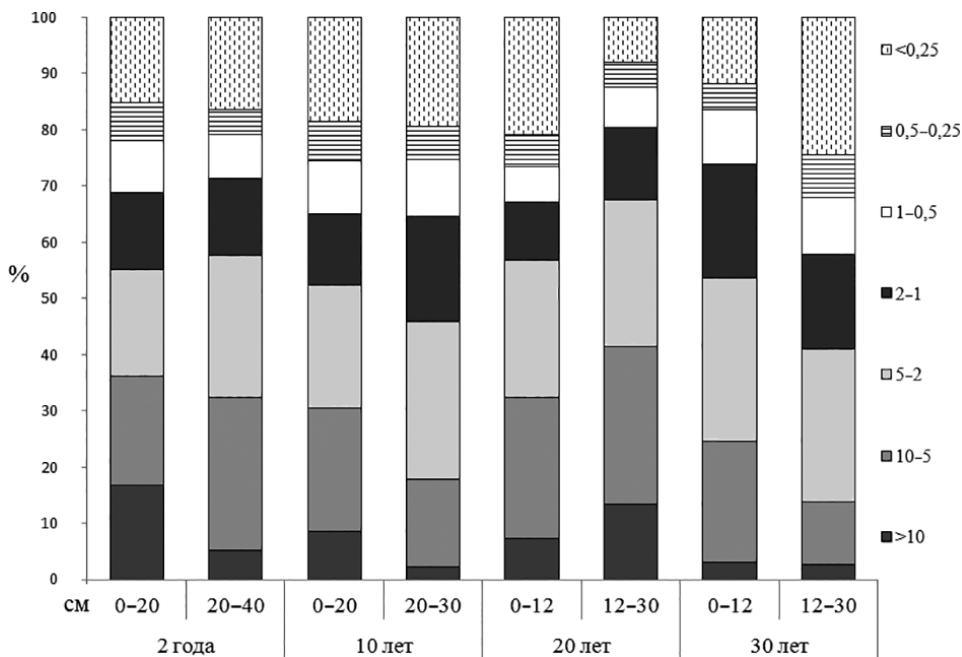


Рис. 1. Распределение фракций агрегатов в буроподзолистых почвах разновозрастных залежей, %

В ходе исследования установлено, что в агрегатном состоянии в буроподзолистых почвах преобладает совокупность фракций 1–5 мм (рис. 1). При естественном зарастании пашни изменяется соотношение мелких и крупных макроагрегатов. Для структурного состава 2-летней залежи характерно меньшее количество зернистых агрегатов в верхней толще. Количество агрегатов в бывшем пахотном слое размером >10 мм составляет 16,69 %. С увеличением периода нахождения полей в залежном состоянии количество агрегатов уменьшается.

Наиболее важную роль в структурном состоянии почв играют фракции агрегатов размером 0,25–10 мм, именно они считаются агрономически ценными. Глыбистая (>10 мм) и пылеватая (<0,25 мм) фракции относятся к нежелательным и неблагоприятно влияют на агрофизические свойства почв [15]. Оптимальное структурное состояние в почвах суглинистого и глинистого гранулометрического состава складывается, когда содержание агрономически ценных агрегатов составляет 70–80 % [3]. В верхнем слое исследуемых почв количество АЦА растет с увеличением возраста залежей от 67,96 до 82,29 % (табл. 2).

Структура почвы является важным признаком, имеющим большое значение при определении агропроизводственной характеристики почв. Структура почвы считается хорошей, если $K_s = 0,67–1,50$, и неблагоприятной – при $K_s < 0,67$ [15]. Структура верхнего горизонта исследуемых буроподзолистых почв оценивается как отличная. Максимальная величина K_s (5,39) отмечена в средневзрослых 30-летних залежах, что в 2,5 раза превышает K_s 2-летней залежи. В нижележащем слое (20–40 см) значимых изменений в количестве АЦА и K_s не отмечено.

Таблица 2

Характеристика буроподзолистых почв разновозрастных залежей

Показатель	Глубина, см	Залежь в возрасте, лет			
		2	10	20	30
Агрономически ценные агрегаты, %	0–20	67,96	72,78	71,79	82,29
	20–40	78,22	78,26	78,60	72,88
	40–90	66,00	82,56	68,12	67,48
Средневзвешенный диаметр агрегатов, мм	0–20	4,28	3,66	3,78	3,18
	20–40	3,79	2,80	4,76	2,46
	40–90	2,14	3,91	3,81	3,60
Коэффициент структурности	0–20	2,12	3,00	2,54	5,39
	20–40	3,59	3,06	3,67	3,03
	40–90	1,94	5,94	3,23	2,97

Размер структурных отдельностей, а именно средневзвешенный диаметр совокупности агрегатов (СВД) конкретного горизонта, является важной частью оценки структуры почвы. Средневзвешенный диаметр агрегатов в самой молодой, 2-летней, залежи составил 4,28 мм, что на 26 % выше, чем в 30-летней. Однако четких изменений СВД агрегатов в бывшем пахотном слое с увеличением возраста залежей не прослеживается.

Плотность сложения почвы является значимым агрофизическим показателем, влияющим на ее плодородие. От плотности сложения зависят водно-воздушные и тепловые свойства почвы, жизнедеятельность микроорганизмов и развитие корневых систем растений. Плотность сложения характеризуется твердой фазой почвы и взаимным расположением агрегатов в пределах определенного ее объема. Для основной массы возделываемых в нашей стране продовольственных, сырьевых и кормовых культур оптимальная плотность глинистых и суглинистых почв (а таковых в стране большинство) находится в интервале 1,00–1,35 г/см³. Примерно в этих же пределах находится оптимальный интервал плотности пахотных почв, необходимый для нормального роста и развития основных выращиваемых в РФ культур, – от 1,1 до 1,2 [7, 15].

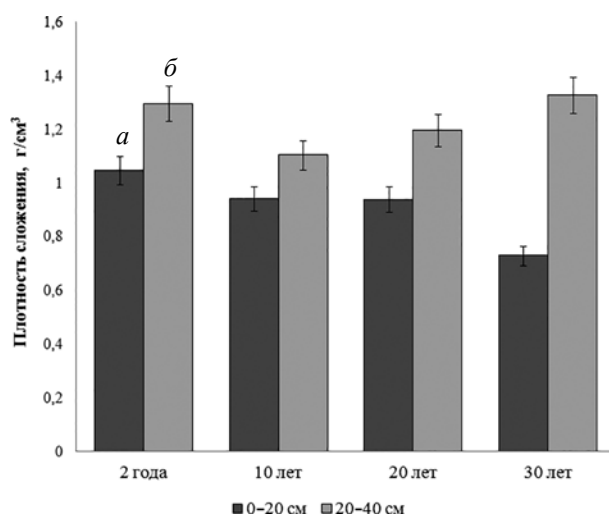


Рис. 2. Плотность сложения буроподзолистых почв разновозрастных залежей в слоях 0–20 (а) и 20–40 см (б), $P < 0,05$, г/см³

Согласно литературным данным, систематическая обработка почвы в сельскохозяйственных целях может привести к увеличению плотности пахотного слоя [5, 10, 19]. Нашими исследованиями установлено, что в буроподзолистых почвах плотность сложения бывшего пахотного слоя уменьшается при увеличении возраста залежи (рис. 2). Так, в слое 0–20 см плотность почвы 10–20-летних залежей на 10 %, 30-летних – на 30 % ниже, чем 2-летних. В слое 20–40 см подобная закономерность не отмечена. Вероятно, большую роль в процессе разуплотнения сыграло разрыхляющее действие корней травянистой растительности: в залежах возрастом более 20 лет отмечалось задерновывание верхнего горизонта почв.

Заключение

Агрофизические свойства буроподзолистых почв Приморского края в ходе своего постагрогенного развития претерпели заметную трансформацию. В зрелых залежах по сравнению с молодыми заметно снизилась плотность почвы, увеличилось количество АЦА, в результате чего уменьшился СВД агрегатов, что положительно отразилось на коэффициенте структуры. Наиболее существенные изменения отмечены в 30-летней залежи. Уменьшению плотности верхнего слоя почвы и улучшению ее структуры способствовало естественное развитие травостоя после вывода земель из севооборота и прекращение механической обработки при сельскохозяйственном использовании. Известно, что при систематической распашке происходит вовлечение и перераспределение почвы из нижележащих горизонтов в пахотный. Данная почвенная масса может быть хорошо структурирована, но менее устойчива к механической обработке. Кроме того, нами отмечено, что нахождение почвы в залежном состоянии в течение 20 лет и более приводит к морфологическим изменениям бывшего пахотного горизонта. Особенно это видно в 30-летней залежи, на поверхности которой четко выделялся слой рыхлой дернины. Увеличение массы и площади корневых систем, сосредоточенных в основном в верхнем слое почвы, способствовало рыхлению бывшего пахотного горизонта и тем самым отразилось на его дальнейшем разуплотнении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.
2. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель, вышедших из активного сельскохозяйственного производства / под ред. Г.А. Романенко. М.: Росинформагротех, 2008. 64 с.
3. Бондарев А.Г., Кузнецова И.В. Агрофизический блок в моделях плодородия почв, приемы управления // Бюл. Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. 1988. Вып. 48. С. 55–58.
4. Голов В.И. Круговорот серы и микроэлементов в основных агроэкосистемах Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2004. 316 с.
5. Голов В.И., Бурдуковский М.Л., Ознобихин В.И. Роль физических факторов в повышении плодородия пахотных почв юга Дальнего Востока // Вестн. ДВО РАН. 2018. № 2. С. 69–76.
6. Иванов Г.И. Почвообразование на юге Дальнего Востока. М.: Наука, 1976. 200 с.
7. Качинский Н.А. Физика почв. Т. 1. М.: Высшая школа, 1965. 320 с.
8. Королев В.А., Стахурлова Л.Д. Изменение основных показателей плодородия выщелоченных черноземов под влиянием удобрений // Почвоведение. 2004. № 5. С. 604–611.
9. Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А. и др. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 415 с.
10. Медведев В.В. Физические свойства и характер залегания плужной подошвы в разных типах пахотных почв // Почвоведение. 2011. № 12. С. 1487–1495.
11. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / под ред. Л.М. Державина, Д.С. Булгакова. М.: Росинформагротех, 2003. 196 с.
12. Росреестр. Состояние земель России. Дальневосточный федеральный округ. – <https://rosreestr.ru/site/activity/sostoyanie-zemel-rossii/dalnevostochnyy-federalnyy-okrug/> (дата обращения: 02.07.2019).
13. Русанов А.М. Современный этап восстановления черноземов пастбищных экосистем степной зоны // Почвоведение. 2015. № 6. С. 761–768.
14. Скворцова Е.Б., Баранова О.Ю., Нумеров Г.Б. Изменение микростроения почв при зарастании пашни лесом // Почвоведение. 1987. № 9. С. 101–109.
15. Шейн Е.В. Курс физики почв. М.: Изд-во МГУ, 2005. 432 с.
16. Bronick C.J., Lal R. Soil structure and management: a review // Geoderma. 2005. Vol. 124, N 1-2. P. 3–22.
17. Falkengren-Grerup U., ten Brink D.-J., Brunet J. Land use effects on soil N, P, C and pH persist over 40–80 years of forest growth on agricultural soils // Forest Ecol. Manag. 2006. Vol. 225, N 1-3. P. 74–81.
18. Hillel D. Introduction to Environmental Soil Physic. Amsterdam: Acad. Press, 2003. 494 p.
19. Horn R., Taubner H., Wuttke M., Baumgartl T. Soil physical properties related to soil structure // Soil Tillage Res. 1994. Vol. 30, N 2-4. P. 187–216.
20. Mueller C.W., Kogel-Knabner I. Soil organic carbon stocks, distribution, and composition affected by historic land use changes on adjacent sites // Biol. Fertil. Soils. 2009. Vol. 45, N 4. P. 347–359.