

УДК 631.43

ДЕГРАДАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА

© 2016 С.С. Тагивердиев, С.Н. Горбов, О.С. Безуглова, М.В. Котик

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

Статья поступила в редакцию 22.05.2016

На примере почвенного покрова Ростовской агломерации представлен анализ изменения свойств почв в условиях города: физических (структурное состояние, плотность сложения) и морфологических. Сравняются зоны города с разной степенью антропогенной трансформации и интенсивностью воздействия, дается оценка деградации изученных свойств почв. Исследование показало, что мощность антропогенного слоя (наноса) в урбостратоземах колеблется в пределах 45-110 см, что по шкале деградации имеет наивысшую степень и оценивается уровнем 4. В изученных почвах снижение мощности органогенного горизонта редко достигает уровня деградации. Плотность сложения почв изменяется локально, главным образом в связи с техногенной деятельностью человека. Структурное состояние почв достаточно консервативно, однако урбопедогенез постепенно снижает долю агрономически ценных фракций.

Ключевые слова: чернозем, урбостратозем, физические свойства, почва, структурное состояние, плотность сложения, деградация

Пристальное внимание общества к природным ресурсам в целом и почве, в частности, характерное на любом этапе исторического развития современной цивилизации, объясняется необходимостью сохранения почвой ее основных экологических и социально значимых функций. В условиях повсеместного увеличения городского населения и расширения территорий городов, растет актуальность изучения городских почв [2, 3, 8, 12-14, 22, 24]. Урбопедогенез, связанный с чрезмерной антропогенной нагрузкой, охватывает практически все известные характеристики почв и коренным образом преобразует их [18]. Одной из проблем интенсивного антропогенного воздействия на почвы является их последующая деградация как объекта в целом и деградация их свойств, в частности: химических, физических, биологических. Деградация физических свойств в черноземной зоне связана, прежде всего, с характеристиками почвенной структуры (форма, размер, содержание водопрочных отдельностей) и величиной плотности сложения почв. По сути, и то и другое формирует пористость почвы, как способность поддерживать водно-воздушный баланс и тепловой режим, обеспечивая организм оптимальные условия жизни. Но наиболее важной для урбопочв является протекторная функция, связанная с поглощением и преобразованием поллютантов разного рода, а также сдерживанием патогенной микробиоты [13]. Деградация физических свойств и последующая эрозия способствуют загрязнению сопредельных сред и ухудшают общее экологическое состояние в городе, поэтому необходимо уделять пристальное внимание почвам города [18, 23].

Объекты исследования и методы. Ростовская агломерация, как социально-экономическое, полицентрическое объединение, одна из крупнейших на Юге России. В нее входят такие населенные пункты, как Азов, Аксай, Батайск, Новочеркасск, Новошахтинск, Ростов-на-Дону, ст. Старочеркасская, Таганрог, с. Чалтырь, Шахты. Общая численность населения

по состоянию на 2011 г. составила 2,7 миллионов человек [21]. Территория моноцентрической части агломерации, так называемого «Большого Ростова», включает в себя населенные пункты Ростов-на-Дону, Аксай, Батайск и с. Чалтырь, по состоянию на 2007 г. население составило 2,16 миллионов человек, к 2025 г. прогнозируемый рост до 3,5 млн. человек. «Большой Ростов» максимально подвержен антропогенному воздействию за счет индустриальной нагрузки, интенсивного транспортного потока, высокой плотности застройки и социальной инфраструктуры, все это стимулирует урбопедогенез во всех его формах [18].

Исследовали влияние городского почвообразования на физические и морфологические свойства естественных и антропогенно-преобразованных почв, изучали степень деградированности почвенной структуры и плотности сложения, для получения объективных результатов сравнивали данные из разных зон землепользования агломерации, с учетом современной классификации почв [19]. Таким образом, выделили урбостратоземы и урбистратифицированные черноземы (экранированные и с дневными горизонтами «урбик») черноземы обыкновенные карбонатные (миграционно-сегрегационные) залежных и лесопарковых территорий.

Анализ структуры проводили методом Савинова, состоящим из двух частей. Первая часть (сухое просеивание) заключается в просеивании сухого образца на ситах с разным диаметром отверстий, такое изучение структуры позволяет получить информацию о содержании различных структурных фракций в почве. Мокрое просеивание – это фракционирование образца в воде, что дает количественную и качественную характеристику водопрочным агрегатам. Для оценки состояния структуры в нашем исследовании мы использовали шкалу Долгова-Бахтина, как наиболее объективную для условий черноземной зоны [7]. Плотность сложения определяли в гумусово-аккумулятивных горизонтах различных почв, по методу режущего кольца [11] согласно ГОСТ 5180-84. Также исследовали морфологические признаки, рекомендуемые Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов России для оценки деградации почв [17], среди которых уменьшение мощности почвенного профиля (А+В) чернозема в процентах от исходного состояния и мощность перекрывающего почву

Тагивердиев Сулейман Самидинович, младший научный сотрудник лаборатории биогеохимии. E-mail: stagiverdiev@sfedu.ru
Горбов Сергей Николаевич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией биогеохимии. E-mail: sngorbov@sfedu.ru
Безуглова Ольга Степановна, доктор биологических наук, профессор кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов. E-mail: osbesuglova@sfedu.ru
Котик Михаил Валерьевич, студент

антропогенного, в том числе абиотического, наноса, представляющего собой один или несколько горизонтов урбик, а также, при наличии, щебень и экранирующие слои (асфальт, плитка, бетон).

Всего заложили 30 полнопрофильных разрезов, из которых для оценки состояния почвенного покрова были выбраны наиболее характерные для Ростовской агломерации почвенные типы. Все разрезы разделили на 5 условных групп: урбостратоземы экранированные (разрезы 1, 2, 3, 4, 13, 14); урбостратоземы (разрезы 5, 6); черноземы миграционно-сегрегационные (залежь) (разрезы 7, 8, 15, 16); черноземы миграционно-сегрегационные (парки – лесопарки) (разрезы 9, 10, 11, 12); урбистратифицированные черноземы; реплантоземы.

Результаты исследований и их обсуждение.

Полученные данные представлены в табл. 1-3. Изучение морфологических признаков (табл.1) указывает на высокую мощность горизонтов урбик (45-110 см), нередко включающих абиотические слои, и определяемых как перекрывающие наносы [17]. Деградация в урбостратоземах всех видов по этому показателю оценивается баллом 4, иными словами это наивысшая степень деградации черноземов. Подобное явление характерно для почвенного покрова всех городов и агломераций, испытывающих мощный антропогенный прессинг [1, 18, 20, 23].

Мощность органогенного горизонта (A+B) для черноземов миграционно-сегрегационных агроландшафтов составляет 83-90 см, в среднем 86,5 см [6]. В

изученной группе почв (разрезы 7, 8, 15, 16) среднее значение данного показателя составило 85,5 см, что в пределах типичных значений. Хотя встречаются на территории агломерации и другие виды черноземов. Так, в разрезе 8 мощность ниже (72 см), а в разрезе 16 выше (95 см). В экранированных урбостратоземах (№ 1-4, 13, 14) для погребенной под толщей наносов части черноземов, четыре из шести изученных разрезов представлены деградированными разностями. Среднее значение мощности A+B, в этой группе равно 79,5 см, однако степень деградации невысокая, оценивается 1 баллом. Такая особенность, по нашему мнению, связана с историческим развитием агломерации и поздним появлением нормативных документов, устанавливающих порядок снятия плодородного слоя почв перед погребением [10]. По сути, погребенные (экранированные) слои чернозема консервируются от негативного воздействия урбопедогенеза.

Группа урбостратоземов с дневными слоями «урбик» (№ 5, 6) имеют наивысшую четвертую степень деградации, черноземный профиль в этих разрезах был преобразован путем частичного скальпирования и перемешивания. Группа черноземов под древесной растительностью (№ 9-12) характеризуется наилучшим состоянием, в представленных разрезах деградация не проявляется. Причиной этому является активация биологических процессов [9], и противоэрозионное действие древесных насаждений.

Таблица 1. Степень деградации почв Ростовской агломерации в зависимости от морфологических признаков

№ разреза	Название почвы	Мощность антропогенного/ абиотического/ наноса		Мощность органогенного горизонта	
		мощность, см	степень деградации	мощность, см	степень деградации
1	урбостратозем экранированный	57	4	76	1
2		46	4	76	1
3		64	4	86	0
4		100	4	100	0
5	урбостратозем	103	4	0	4
6		110	4	-	-
7	чернозем миграционно-сегрегационный (залежь)	0	0	90	0
8		0	0	72	1
9	чернозем миграционно-сегрегационный (парки – лесопарки)	0	0	85	0
10		0	0	110	0
11		0	0	90	0
12		0	0	100	0
13	урбостратозем экранированный	45	4	69	1
14		70	4	70	1
15	чернозем миграционно-сегрегационный (залежь)	0	0	85	0
16		0	0	95	0

Плотность сложения изученных почв представлена в сводной табл. 2. Для залежных черноземов характерны типичные для зональных почв значения плотности сложения. Средний показатель плотности сложения в слое 0-25 этой группы находятся в пределах 1,1 г/см³, при этом в подпахотных горизонтах он в целом ниже и составляет около 1,06 г/см³. В группе черноземов под лесной растительностью плотность сложения не изменяется на всю изученную глубину и составляет в среднем 1,23 г/см³, возможно, это обусловлено разрыхляющим действием корневых систем деревьев, так как плантажная вспашка в большинстве случаев не производилась.

Значения плотности сложения погребенных гумусово-аккумулятивных горизонтов А урбистратифицированных черноземов составляют 1,5 г/см³, что для нативных черноземов обычно соответствует

горизонту В, вероятно, сказывается уплотняющее действие перекрывающей толщи, степень деградации оценивается по четырех балльной шкале как 3. Компостно-гумусовые горизонты реплантоземов имеют наивысшую плотность сложения, так как эти почвы приурочены к селитебным зонам районов многоэтажной застройки, где поверхностные горизонты испытывали на себе повышенный трафик, являющийся причиной регулярного антропогенного переуплотнения. Уровень деградации изученных реплантоземов по этому показателю равен 4. В черноземах лесопарковых территорий наблюдается тенденция к повышению плотности горизонта А по сравнению с залежными черноземами, а в погребенном горизонте А урбистратифицированных черноземов, и в реплантоземах плотность сложения на статистически значимую величину выше, чем в старопашотной почве.

Таблица 2. Сводная таблица плотности сложения гумусоаккумулятивных горизонтов почв Ростовской агломерации

Почвы, зона землепользования	Горизонт	Плотность сложения (г/см ³) M±m	Разница с пахотным аналогом	Увеличение равновесной плотности сложения почвы, в % от исходного / Степень деградации
черноземы лесопарковых территорий	A	1,23±0,02	+0,10	8,85 / 0
урбистратифицированные черноземы	[A]	1,5±0,01	+0,37	32,74 / 3
реплантоземы, селитебная зона	RAT	1,65±0,09	+0,52	46,02 / 4
черноземы миграционно-сегрегационные, залежные участки	Апах	1,13±0,05	0	0 / 0
НСР _{0,05}			0,31	

Результаты анализа структурного состояния представлены в табл. 3. Сухое просеивание показало, что структура экранированных урбостратоземов почти на всю мощность профиля оценивается как удовлетворительная. Наибольшая доля принадлежит отдельностям размерностью более 10 мм, особенно четко эта закономерность прослеживается в урбогоризонтах, а в погребенных гумусово-аккумулятивных горизонтах содержание глыбистой фракции ниже. Также ведет себя и пылеватая фракция (размер агрегатов менее 0,25 мм). Таким образом, наиболее ценные с агрономической точки зрения структурные отдельности при уплотнении, сопровождающем урбопедогенез, переходят в глыбистую и пылеватую фракции. Однако утверждать однозначно, что это связано только с урбопедогенезом, нельзя, т.к. некоторые горизонты нативных почв также имеют высокое содержание глыбистой фракции. Тем не менее, при сравнении черноземов миграционно-сегрегационных и урбостратоземов, эта закономерность прослеживается четко, а в урбостратоземах неэкранированных такая тенденция отсутствует. В целом урбостратоземы отличаются низким качеством структуры по сравнению с нативными почвами.

Залежные черноземы обладают высокими значениями сумм агрономически ценных фракций, но вниз по профилю величина этого показателя резко снижается. В нативных почвах распределение структурных фракций на уровне горизонтов более равномерное с преобладанием мелкозернистых агрегатов.

В почвах парков и лесопарков сумма агрономически ценных агрегатов такая же высокая, как и в дерновых горизонтах естественных почв Ростовской агломерации. Причиной этого является особенный характер распределения корневых систем растений: в условиях парков и лесопарков под древесной растительностью даже на глубине 80-90 см встречаются мелкие и крупные корни. Ряд авторов указывает на важную роль углеводов в образовании структуры почв [4, 5]. Известно, что корневые выделения растений содержат полисахариды и различные низкомолекулярные органические вещества, которые способствуют образованию мучицеля, а он в свою очередь способствует развитию микроорганизмов ризосферы [16]. Последние образуют биопленки, используя поступающие от растений углеводы, для построения собственных полисахаридов, отсюда лучшая оструктуренность всей почвенной массы в черноземах лесных массивов.

Таблица 3. Сводная таблица структурного состояния почв Ростовской агломерации

Название почвы, № разреза	Горизонт, глубина (см)	Сумма агрономически ценных фракций (7-0,25 мм)	Оценка	Сумма водопрочных фракций (5-0,25 мм)	Оценка
экранированный урбостратозем на погребенном черноземе миграционно-сегрегационном; 1	UR1 18-35	42,0	удовл.	72,5	хорошее
	UR2 35-57	47,1	удовл.	66,1	хорошее
	A погр. 57-87	60,6	хорошее	75,1	хорошее
	B1 87-107	45,7	удовл.	75,1	хорошее
урбостратозем черноземовидный на погребенном черноземе миграционно-сегрегационном; 6	UR1 0-21	64,8	хорошее	74,2	хорошее
	UR2 21-43	69,2	хорошее	53,9	удовл.
	UR3 (R) 43-72	48,2	удовл.	81,5	отличное
	UR4 72-110	64,0	хорошее	51,9	удовл.
чернозем миграционно-сегрегационный; 8	A1 погр. 110-135/дно	68,2	хорошее	73,9	хорошее
	Ad 0-10	86,4	отличное	81,0	отличное
	A 10-43	66,5	хорошее	79,4	хорошее
	AB 43-72	69,0	хорошее	67,1	хорошее
чернозем миграционно-сегрегационный; 11	BCca 72-120	83,7	отличное	62,0	хорошее
	Ad 0-10	76,1	отличное	81,9	отличное
	A 10-55 (15-25)	84,6	отличное	84,1	отличное
	A 10-55 (40-50)	81,7	отличное	77,1	хорошее
	B1 55-75	74,7	отличное	54,0	удовл.
B2 75-90	81,5	отличное	66,5	хорошее	

Мокрое просеивание показало, что самый высокий показатель водопрочности наблюдается в почвах под древесной растительностью, это определяется

особенностями водно-воздушного режима и связанной с ним высокой биологической активностью [25].

Урбопедогенез способствует постепенной деградации водопрочных агрегатов, что обосновано рядом причин: снижением биологической активности, уменьшением поступления органического вещества в почву [9], механическим разрушением агрегатов и уплотнением влажной почвы. В урбогоризонтах определение водопрочности агрегатов не всегда дает объективную картину, так как в части из них оценка водопрочности как «отличной» не соответствует действительности. Связано это с присутствием каменных частиц, которые мешают определению водопрочности агрегатов, реже это связано с загрязнением почвы гидрофобными веществами (нефтепродуктами). Поэтому результаты определения водопрочности структуры в условиях города не всегда могут являться своеобразным индикатором силы антропогенной трансформации почв.

Выводы: во всех изученных урбостратоземах на погребенных черноземах показатель деградации черноземов, рассчитываемый по суммарной мощности горизонтов урбик (антропогенного наноса), наивысший и равен 4. При этом мощность погребенного органогенного горизонта черноземов достаточно высока даже в сильно урбанизированных точках закладки разрезов. Такая особенность связана с историческим развитием агломерации и поздним появлением нормативных документов, устанавливающих порядок снятия плодородного слоя почв при освоении территории в городах. Плотность сложения локально увеличивается вследствие антропогенного воздействия. Наивысшие значения зафиксированы в реплантоземе селитебной зоны. В целом, структурное состояние почв достаточно консервативно, но урбопедогенез приводит к постепенной деградации устоявшейся структуры и увеличению в составе агрегатов доли глыбистой и пылевой фракций.

Исследование выполнено в рамках проекта № 213.01-2015/002ВГ базовой части внутреннего гранта ЮФУ с использованием оборудования ЦКП «Биотехнология, биомедицина и экологический мониторинг» и ЦКП «Высокие технологии» Южного федерального университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Burghardt, W. Substrate der Bodenbildung urban, gewerblich und industriell überformter Flächen 1996. P. 25-44.
- Duchaufour, P. Handbook of pedology / A.A. Balkema, 1998. 264 p.
- Gregorich, E.G. Soil quality for crop production and ecosystem health / E.G. Gregorich M.R. Carter ed. – Elsevier, 1997. 450 p.
- Tisdall, I.M. Organic matter and water stable aggregates in soils / I.M. Tisdall, J.M. Oades // J. Soil Sci. 1982. Vol. 33. P. 141-163.
- Безуглова, О.С. Гумусное состояние почв юга России. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦВШ, 2001. 228 с.
- Безуглова, О.С. Почвы Ростовской области: учебное пособие / О.С. Безуглова, М.М. Хырхырова. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2008. 352 с.

- Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Высшая школа, 1961. 345 с.
- Васнев, И.И. Почвенные сукцессии. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. 400 с.
- Горбов, С.Н. Специфика органического вещества почв Ростова-на-Дону / С.Н. Горбов, О.С. Безуглова // Почвоведение. 2014. № 8. С. 1-11.
- ГОСТ 17.5.3.06-85 Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
- ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик
- Добровольский, Г.В. Функции почв в биосфере и экосистемах / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Наука, 1990. 261 с.
- Добровольский, Г.В. Экологические функции почвы / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во МГУ, 1986. 137 с.
- Крупеников, И.А. История почвоведения: от времени его зарождения до наших дней. – М.: Наука, 1981. 327 с.
- Крупеников, И.А. Почвенный покров Молдовы: прошлое, настоящее, управление, прогноз. – Кишинев: Штиинца, 1992. 264 с.
- Лыхман, В.А. Структурное состояние темно-каштановой почвы под различными сельскохозяйственными культурами при внесении гуминового удобрения / В.А. Лыхман, О.С. Безуглова, А.В. Горовцов, Е.А. Полиенко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2015. №2 (18). С. 82-97.
- Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель. Комитет Российской Федерации по земельным ресурсам и землеустройству. Письмо от 29 июля 1994 г. № 3-14-2/1139.
- Приваленко, В.В. Экологические проблемы антропогенных ландшафтов Ростовской области. Том 1. Экология города Ростова-на-Дону / В.В. Приваленко, О.С. Безуглова. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. 290 с.
- Прокофьева, Т.В. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России / Т.В. Прокофьева, М.И. Герасимова, О.С. Безуглова и др. // Почвоведение. 2014. № 10. С. 1155-1164.
- Прокофьева, Т.В. Почвы, запечатанные под дорожными покрытиями, в структуре почвенного покрова города / Т.В. Прокофьева, М.Н. Строганова // Тез. Докл. 3 съезда Докучаевского общества почвоведов 11-15 июля 2000 г., Суздаль. Книга 3. – М., 2000. С. 77.
- Ростовская агломерация // https://ru.wikipedia.org/wiki/Ростовская_агломерация (дата обращения 30.04.2016)
- Степи Русской равнины: состояние, рационализация аграрного освоения. – М.: Наука, 1994. 212 с.
- Строганова, М.Н. Городские почвы: генезис, классификация, экологическое значение (на примере г. Москвы). Автореферат дис. д-ра биол. наук. – М., 1998. 71 с.
- Структурно-функциональная роль почвы в биосфере / Под ред. Г.В. Добровольского. – М.: Геос, 1999. 278 с.
- Фенева, Н.В. Особенности черноземов под древесной растительностью в условиях урботехнопедогенеза / Н.В. Фенева, С.Н. Горбов, О.С. Безуглова // Мат-лы Междунауч. конф. «Современное состояние черноземов», Ростов-на-Дону 24-26 сентября 2013 г. – Ростов-на-Дону, 2013. С. 328-329.

DEGRADATION OF SOIL PHYSICAL PROPERTIES IN CHERNOZEM ZONE UNDER URBAN CONDITIONS

© 2016 S.S. Tagiverdiev, S.N. Gorbov, O.S. Bezuglova, M.V. Kotik
Southern Federal University

The analysis of changes in soil properties under urban conditions is represented by the example of Rostov agglomeration soils. Physical (structural state, soil bulk density) and morphological (thickness of abiotic sediment, thickness of organogenic horizon) soil properties are considered. A comparison of the city areas with different degrees of anthropogenic transformation and the intensity of impact, assesses the degradation properties of studied soils have been performed. It has been found that the thickness of abiotic sediment in urbostratozems is high and according to the degradation scale is estimated as level 4. In the studied soils the reduction of organic horizons thickness rarely reaches the level of degradation. Soil bulk density varies locally, mainly due to techogenic human activities. The structural state of the soil is rather conservative, but urbopedogenezis contributes to the gradual decrease in the share of agriculturally valuable fractions.

Key words: chernozem, urbostratozem, physical properties, soil, structural state, bulk density, degradation

Suleiman Tagiverdiev, Minor Research Fellow at the Biogeochemistry Laboratory. E-mail: stagiverdiev@sfdpu.ru; Sergey Gorbov, Candidate of Biology, Chief of the Biogeochemistry Laboratory. E-mail: sngorbov@sfdpu.ru; Olga Bezuglova, Doctor of Biology, Professor at the Department of Soil Science and Land Resources Assessment. E-mail: osbezuglova@sfdpu.ru; Mikhail Kotik, Student