

УДК 504.53.05+631.472.56+911.375.62

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ ПОД ВЛИЯНИЕМ УРБОГЕНЕЗА

© 2005 г. П. В. Мещеряков, Е. В. Прокопович, И. Н. Коркина

*Институт экологии растений и животных УрО РАН
620144 Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202*

Поступила в редакцию 29.05.2003 г.

Рассмотрены экологические условия почвообразования и особенности формирования гумусовых веществ в разных типах городских почв, сформировавшихся в следующих функциональных зонах города: парковой, селитебной и санитарно-защитной зоне СУМЗа. В городе Ревда, как типичном промышленном городе Среднего Урала, специфика почвообразования определяется сочетанным взаимодействием урбогенеза и техногенеза при ведущем значении первого. При неизменной продолжительности ПБА глубина гумификации является в первую очередь функцией гранулометрического и химического состава городских почв.

Ключевые слова: урбогенез, урбофитоценоз, урбанозем, реплантозем, культурозем, экологические условия, почвообразовательные процессы, гумусообразователи, гумусообразование, гумусонакопление, гумификация.

В настоящее время экологи-урбанисты активно интересуются проблемами генезиса и свойствами городских почв (Эколого-геохимическая..., 1993; Строганова и др., 1997; Рябой, Селиванова, 2000; Капелькина и др., 2002.). Эти почвы находятся под “прессом” города – урбогенезом, т. е. формируются под влиянием совокупности различных видов антропогенных воздействий, которые одновременно являются пусковым механизмом и регулятором городского почвообразования (Почва, город, экология, 1997). Городская почва представляет собой очень неустойчивую и уязвимую систему, которая утратила способность к саморегуляции и не способна противостоять негативным экологическим факторам, в связи с чем она теряет свои специфические функции. Одна из главных особенностей городского почвообразования – его протекание в условиях стабильного загрязнения тяжелыми металлами, что характерно для всех городов промышленно развитой Свердловской области.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объекта исследований выбраны почвы г. Ревды, где расположен крупнейший в регионе медеплавильный завод (СУМЗ). Он поставляет в окружающую среду двуокись серы, фтористый водород, а также твердовзвешенные частицы аэрозолей, содержащие медь, цинк, мышьяк, кадмий, кобальт и пр. Поэтому в почвах города среднее содержание подвижных форм металлов

превышает фоновые значения по меди в 15,9, цинку – в 6,3, кобальту – в 4,0, свинцу – в 2,8 и марганцу – в 1,8 раза. Суммарный индекс загрязнения по названным металлам составляет 27,3, что характеризует категорию загрязнения как опасную (Успен, 2002).

Для изучения особенностей почвенного покрова города было проведено его зонирование. Выделены следующие зоны: 1) с доминированием естественных почв, несущих признаки урбогенеза (парковые почвы, представленные в основном дерново-подзолистыми); 2) с преобладанием антропогенно преобразованных почв – культуроземов – в районе с одноэтажной застройкой (почвы старых огородов); 3) современной многоэтажной массовой застройки с преобладанием реплантоземов (городские газоны) и 4) естественно-антропогенными оскальпированными почвами в пределах санитарно-защитной зоны СУМЗа. Соотнесение перечисленных выше зон с ранее выделенными по величине техногенной нагрузки (Воробейчик и др., 1994; Экологическая токсикология, 2001) показало, что зона 4 соответствует техногенной “пустыне”, 1 и 2 – импактной зоне, а 3 – буферной, что хорошо согласуется с материалами по оценке валового содержания тяжелых металлов в почвах г. Ревды.

При исследовании городских почв придерживались методологических принципов, изложенных Т.В. Бардиной с соавт. (2000). Почвенные образцы отбирали из базовых разрезов, каждый из которых закладывали в соответствующей зоне, при

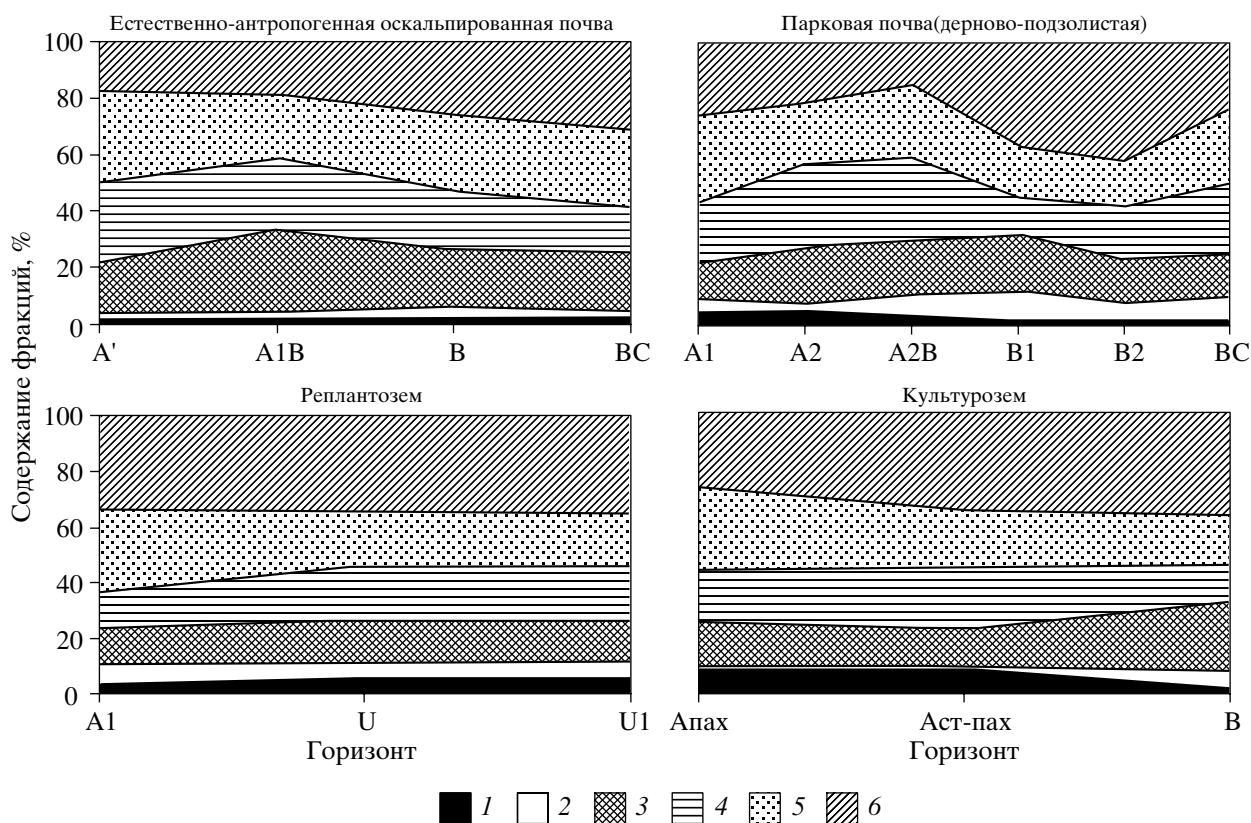


Рис. 1. Гранулометрический состав городских почв: 1–6 – размер фракций, мм: 1 – 1–0.25; 2 – 0.25–0.05; 3 – 0.05–0.01; 4 – 0.01–0.005; 5 – 0.005–0.001; 6 – <0.001.

этом учитывали идентичность литолого-геоморфологических условий, что может быть косвенным подтверждением единства первичного генезиса изученных почв. Было выполнено их морфологическое описание, лабораторно-аналитические исследования проведены по общепринятым методикам (Александрова, Найденова, 1986; Орлов, Гришина, 1981), групповой состав фосфатов – по методу Сэндерса и Вильямса (Агрохимические методы..., 1975).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Под влиянием урбогенеза трансформируются биотическая и абиотическая составляющие экологических условий почвообразования и реализации таких важнейших элементарных почвенных процессов, как гумусообразование и гумусонакопление, что находит отражение в формировании системы гумусовых веществ, особенностях их фракционно-группового состава.

Абиотическая составляющая почвообразовательных процессов во многом определяется физическими свойствами почв. Изучение показало, что почвы г. Ревды в основном имеют тяжелый гранулометрический состав (рис. 1), богаты илистыми частицами (от 20 до 35% в аккумулятивной и до

42% – в иллювиальной части профиля, кроме оскальпированных почв, в которых содержание этой фракции механических элементов уменьшилось в верхней части почвенного профиля под влиянием эрозии до 17–19%). Однако содержание фракции физической глины в генетических горизонтах всех изученных городских почв примерно одинаково и составляет 72–78% в аккумулятивной части и 68–76% – в нижележащих горизонтах. Это обеспечивает почвам высокую сорбционную способность по отношению к новообразованным органическим кислотам, а также другим веществам и соединениям антропогенной природы.

Рассчитанная по илу степень дифференциации профиля парковых почв, как испытывавших наименьший прессинг урбогенеза, равна 3.34, что свидетельствует об интенсивном иллювиировании тонкодисперсных частиц. В зоне техногенной “пустыни” в условиях активно протекающей водной эрозии коэффициент дифференциации профиля по илу оказался минимальным (1.52), поскольку у почвы отсутствуют гумусово-аккумулятивный и элювиальный горизонты. В других почвах процесс элювиирования выражен менее ярко. В реплантоземах г. Ревды содержится значительное количество мелкого щебня и кирпичных обломков заостренной формы, что повлияло

на относительно высокую общую пористость и водовместимость при высоких значениях плотности почвы.

Все почвы уплотнены: даже корнеобитаемый слой у парковых почв имеет плотность 1.30–1.48 г/см³, пахотный горизонт у культуроземов – 1.25–1.30 г/см³, а максимальные значения плотности для верхней части профиля отмечены у реплантоземов (1.61–1.69 г/см³) и естественно антропогенных оскальпированных почв (1.62–1.65 г/см³). По значениям удельного веса твердой фазы оскальпированные, парковые почвы и культуроземы близки – он изменяется по профилю в пределах 2.52–2.75 г/см³, а для реплантоземов они несколько выше (2.84–2.85 г/см³) и различия по горизонтам незначительны. Культуроземы обладают наибольшими значениями общей пористости (50–52%) и степени аэрации (25–27%), что сказывается на их водовместимости (28–40% от объема почвы), в реплантоземе водовместимость всего лишь 24–26%, а минимальные величины получены для оскальпированных почв (общая пористость – 32–37%, водовместимость – 18–23%).

Приобретение городскими почвами неблагоприятных общих физических свойств нарушает естественное распределение массы подземных органов растений, что является причиной деградации растительности, и как следствие – уменьшение количества потенциальных гумусообразователей, снижение интенсивности микробиологических процессов. В итоге способность почвенного покрова города впитывать и пропускать через себя влагу атмосферных осадков отражается на особенностях миграции водорастворимых новообразованных органических кислот.

Из химических свойств почв города, влияющих на гумусообразование и гумусонакопление, следует отметить существенные различия в величине $pH_{\text{водн}}$, содержания подвижных форм Fe_2O_3 , гидролитической кислотности, количестве поглощенных оснований и, как результат, разной степени насыщенности основаниями (табл. 1). Последний показатель следует рассматривать как важнейший критерий химического преобразования почв. Подчеркнем, что парковые почвы с сохраняющейся лесной подстилкой имеют кислую и слабокислую среду, которая для дерново-подзолистых почв закономерно изменяется вниз по профилю. В культуро- и реплантоземах горизонты старопашотный и “урбик” имеют слабощелочную среду, что связано с поступлением собственно городской пыли, содержащей кальций и магний, а также с высвобождением кальция под действием атмосферных осадков кислой природы (наличие SO_3 в атмосферных выбросах СУМЗа) из антропогенных почвенных включений, а также подщелачивающим влиянием хлоридов кальция, натрия и других солей, которые используют

ся в городе для борьбы с гололедом, и попадают в почву через поверхностный сток и дренажные воды. Известно, что повышение показателей кислотности до значений, близких к нейтральным и слабощелочным, способствует связыванию большинства растворимых соединений тяжелых металлов (Почвы, город, экология, 1997), и этим объясняется многократное превышение фоновых концентраций этих металлов в почвах г. Ревды.

В техногенной “пустыне” почвы имеют самую кислую реакцию среды, кислотность закономерно убывает вниз по профилю, а сумма поглощенных оснований и степень насыщенности ими возрастают в ней сверху вниз. Во всех почвах отмечено большое количество обменного Са в верхних генетических горизонтах, и в большинстве случаев он преобладает над Mg. Исключение составляет лишь слой 25–50 см, где $Mg > Ca$. В реплантоземах и культуроземах высокое содержание обменного Са находится в прямой зависимости от количества таких Са-содержащих включений, как куски известняков, штукатурки, строительного раствора и т.п.

Как уже отмечалось выше, особенностью городских почв является довольно высокое содержание в них подвижного и обменного Na. Максимальные значения обменного Na приходятся на подстилку парковых почв и гумусово-аккумулятивную часть профиля других городских почв, исключение составляют почвы техногенной “пустыни” (табл. 2), где его накопление происходит в самой нижней части почвенного профиля. Данный элемент может оказывать угнетающее воздействие на микроорганизмы, почвенных животных и растительный покров, что отражается на количестве опада – потенциальном гумусообразователе и его последующей трансформации в результате жизнедеятельности почвенной биоты.

Содержание подвижных форм фосфора и калия в почвах города свидетельствует об их богатстве этими элементами питания. В самом верхнем слое всех городских почв $P_2O_5 > K_2O$, и его содержание в 5–10 раз превышает потребности растений в нем (за исключением оскальпированных почв). Предположительным источником поступления фосфора являются отвалы фосфогипса на территории СУМЗа. Анализ образцов этих промышленных отходов показал, что они содержат 225–175 мг/100г почвы P_2O_5 и 12–18 мг/100 г почвы K_2O . Исследования предыдущих лет (Мещеряков и др., 2002) выявили высокое и очень высокое содержание P_2O_5 в верхних органогенных горизонтах почв техногенной пустыни и импактной зоны, в связи с чем было выдвинуто предположение об аэрогенном его поступлении. Изучение соотношения минеральных и органических форм фосфора в почвах лесных экосистем в разных зонах удаления от СУМЗа показало преобладание в

Таблица 1. Химические свойства городских почв

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	pH _{водн}	Гидролитическая кислотность	Поглощенные основания			Степень насыщенности основаниями, %	Гумус	C _{орг}	N _{общ}	C/N	Подвижные формы, мг/100 г почвы		
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	Сумма						P ₂ O ₅	K ₂ O	Fe ₂ O ₃
			мг-экв/100 г почвы			%								
Естественно-антропогенная оскальпированная почва														
A'	0–0.5	3.75	31.4	4.5	5.0	9.0	22	3.03	1.76	0.21	9	44.7	12.8	1333
A1B	0.5–13	4.65	18.7	11.5	4.5	16.0	46	1.58	0.92	0.11	8	1.9	12.3	599
B	13–40	5.43	5.3	24.5	15.5	40.0	87	0.84	0.49	0.08	6	0.7	8.1	479
BC	40–50	5.60	5.7	18.5	33.5	52.0	90	1.05	0.61	0.15	4	0.9	7.1	415
Парковая почва (дерново-подзолистая)														
A0	0–4	5.79	24.1	15.0	14.0	29.0	55	–	31.14*	0.98*	32	137.5	53.0	447
A1	4–16	5.60	10.9	25.0	7.5	32.5	75	6.21	3.60	0.34	11	29.8	11.7	647
A2	16–23	5.57	5.4	6.0	12.0	18.0	77	1.08	0.62	0.13	5	0.9	11.2	583
A2B	23–33	5.46	6.6	11.0	13.0	24.0	78	0.75	0.44	0.12	4	0.7	9.8	527
B1	33–49	5.50	6.9	15.5	16.0	31.5	82	0.80	0.47	0.12	4	0.6	12.3	599
B2	49–70	5.60	6.6	24.0	18.5	42.5	86	0.77	0.45	0.10	5	2.1	9.8	727
BC	70–75	5.66	6.0	25.0	19.0	44.0	88	0.71	0.41	0.09	5	1.1	9.5	926
Реплантозем														
A1	0–20	7.10	–	32.0	19.0	51.0	120***	6.80	3.94	0.34	12	186.1/22.2**	87.0/103.6**	579
U	20–25	7.53	–	29.0	37.0	66.0	90***	2.28	1.30	0.16	8	27.9/5.3**	45.7/64.4**	532
Культурозем														
Апах	0–20	7.88	–	39.0	22.0	61.0	74***	6.58	3.82	0.30	12	51.2/9.2**	14/29.4**	868
Аст-пах	20–25	6.40	7.5	23.0	27.0	50.0	87	7.13	4.14	0.33	13	9.8	10.6	1056
B	40–47	5.60	7.5	18.0	18.0	36.0	83	1.02	0.59	0.10	6	3.3	8.7	696

* C и N_{общ} по Анстету.

** Калий и фосфор в вытяжке Мачигиной.

*** Емкость катионного обмена, мг-экв/100 г почвы.

Таблица 2. Содержание углерода и натрия в городских почвах

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	C _{общ} , %	C _{гум} , %	C _{предгум} , фракции, %	Na, мг/100 г почвы	
					в вытяжке Кирсанова	обменный
Естественно-антропогенная оскальпированная почва						
A'	0–0.5	3.13	1.76	1.37	2.68	9.36
A1B	0.5–13	1.09	0.92	0.17	3.04	10.80
B	13–40	0.50	0.49	0.01	3.94	11.88
BC	40–50	0.76	0.61	0.15	4.47	12.96
Парковая почва (дерново-подзолистая)						
A0	0–4	31.14	–	–	7.16	21.60
A1	4–16	6.57	3.60	2.96	3.14	9.00
A2	16–23	0.66	0.62	0.03	1.70	17.28
A2B	23–33	0.52	0.44	0.08	2.68	12.15
B1	33–49	0.56	0.47	0.09	2.95	10.44
B2	49–70	0.64	0.45	0.19	7.16	14.40
BC	70–75	0.57	0.41	0.16	9.66	16.20
Реплантозем						
A1	0–20	4.48	3.94	0.54	6.89	12.96
U	20–25	1.41	1.30	0.11	5.19	9.72
Культурозем						
Апах	0–20	3.86	3.82	0.04	12.17	14.04
Аст-пах	20–25	4.17	4.13	0.04	7.43	19.44
B	40–47	0.60	0.59	0.01	7.34	14.76

верхних горизонтах минеральных форм фосфора над органическими (зоны техногенной “пустыни” и импактная), по мере удаления от источника поступления этого элемента (отвалы фосфогипса на территории СУМЗа) доля минеральных фосфатов закономерно убывает (рис. 2). В фоновой зоне аккумулятивное распределение минеральных форм фосфора сменилось на элювиально-иллювиальное, что характерно для зонального ряда почв с промывным типом водного режима.

Одним из важнейших условий гумусообразования является поступление в почву растительных остатков, количество и качественный состав которых определяются особенностями фитоценоза. Растительность в парке сохраняет в основном зональные черты, и ее влияние на почвообразовательный процесс и гумусообразование, в частности, аналогично таковому в лесных экосистемах, расположенных в идентичной по величине техногенной нагрузки импактной зоне. Экологические особенности реализации биогенно-аккумулятивных элементарных почвообразовательных процессов в зонах с разным уровнем техногенной нагрузки были рассмотрены нами ранее (Мещеряков, Прокопович, 2003). Известно, что в городских парках флора обычно представлена на

80% естественными и на 20% антропогенными видами, т. е. посаженными человеком (Попков, 2000). Другие объекты наших исследований имеют искусственно созданные с преобладанием травянистых урбофитоценозы, функционирование которых определяется регулирующей ролью человека: видовое разнообразие, отчуждение растительной массы, внесение удобрений и т.д.

Наиболее специфические и неблагоприятные условия гумусообразования складываются в зоне техногенной “пустыни”, где растительный покров представлен искусственными посадками топей. Здесь отсутствует напочвенный травяной покров, и под влиянием поверхностного стока опад древесных растений перераспределяется и накапливается в основном по микропонижениям рельефа (эрозионным бороздам). Подстилка не имеет сплошного распространения и представлена на площади менее 10–15% поверхности почвы, ее мощность может достигать 6–8 см, а в составе доминируют пассивные фракции опада, что отрицательно сказывается на интенсивности и глубине его гумификации. Потенциальная способность почвы к гумусонакоплению, оцениваемая по количеству углерода предгумусовой фракции в минеральном профиле, низкая, содержание гумуса

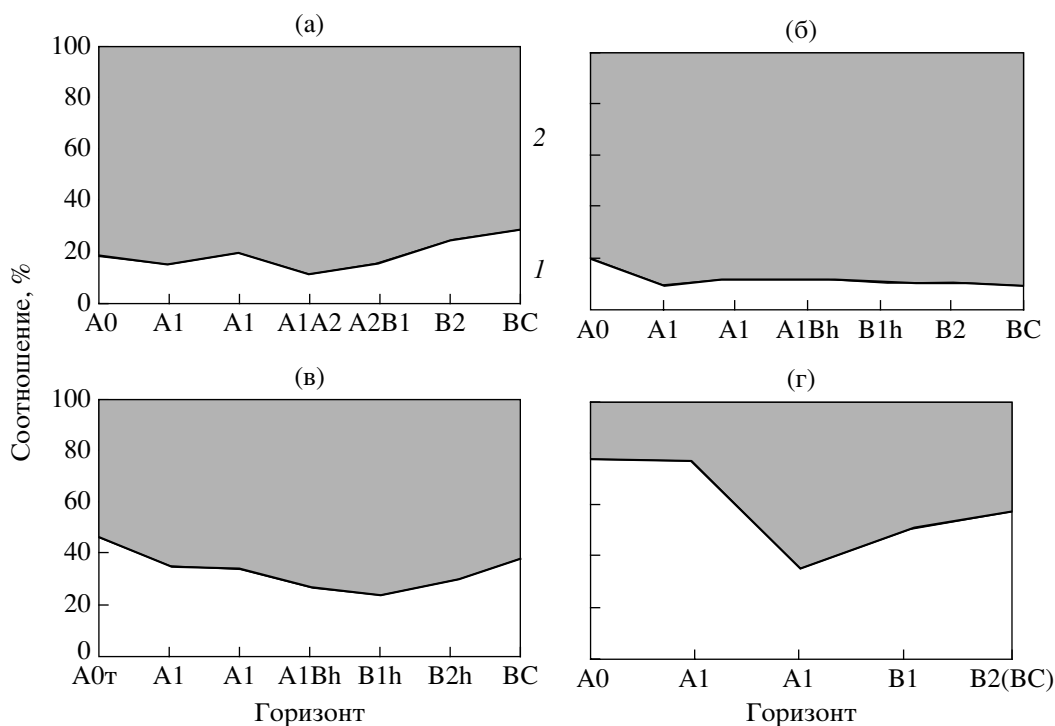


Рис. 2. Соотношение минеральных (1) и органических (2) форм фосфатов: а – фоновая зона, б – буферная зона, в – импактная зона, г – техногенная “пустыня”.

также очень низкое, а его запас в слое 0–50 см составляет только 77 т/га. Обогащенность гумуса азотом с глубиной возрастает от высокой до очень высокой. Профильное распределение $C_{орг}$ и $N_{общ}$ однотипное – в иллювиальной части почвенного профиля идет их накопление за счет водорастворимых форм.

Качественный состав органического вещества почв этой зоны имеет свои специфические особенности (рис. 3): содержание свободных гуминовых кислот (ГК-1) изменяется по профилю от низкого до очень низкого, гуматов кальция (ГК-2) практически во всем профиле – среднее, а прочно связанных (ГК-3) – высокое. Степень гумификации органического вещества в пределах самой верхней наиболее темно-окрашенной аккумулятивной части профиля высокая, а в оставшейся его части – средняя, в иллювиальных горизонтах – слабая, а в ниже лежащих она вновь возрастает до средней. Общее количество фульвокислот (ФК) примерно одинаково во всех генетических горизонтах почвенного профиля и варьирует в интервале 31.6–37.9% (от $C_{общ}$). Однако содержание фульватов кальция (ФК-2) с глубиной закономерно возрастает от 4.7% в самой верхней до 19–18% в нижней части профиля, а содержание “свободных” ФК (фракция 1) изменяется в обратной последовательности. В распределении прочно связанных ФК по горизонтам профиля больших различий нет. Тип гумусовых веществ закономер-

но изменяется от гуматно-фульватного в аккумулятивной части к фульватному в иллювиальной и вновь становится гуматно-фульватным в нижней части почвенного профиля. Сопоставление качественного состава гумуса с данными по химическим свойствам этих почв показало, что распределение фульватов и гуматов кальция соответствует таковому поглощенных оснований (в первую очередь кальция), свободных ГК и ФК – подвижным формам железа, а фракции ГК-3 и ФК-3 традиционно неплохо соотносятся с содержанием физической глины и илистых частиц (см. рис. 1, 3).

Изучение органического вещества других городских почв показало, что парковые почвы, имея подстилку средней мощности (около 4 см), характеризуются высоким содержанием гумуса в пределах аккумулятивной части профиля, резко убывающим в почвенной толще, и запасами в слое 0–50 см порядка 136 т/га, что в 1.7 раза больше, чем в “оскальпированных” почвах техногенной “пустыни”. Реплантоземы и культуроземы города также содержат много гумуса (в аккумулятивной части почвенного профиля больше 6%) – только в верхней 25-сантиметровой толще его запас составляет 237 и 205 т/га соответственно, и эти различия обусловлены максимально большими значениями плотности почвы на газонах города. Однако эти почвы не обладают такой высокой потенциальной способностью к гумусонакопле-

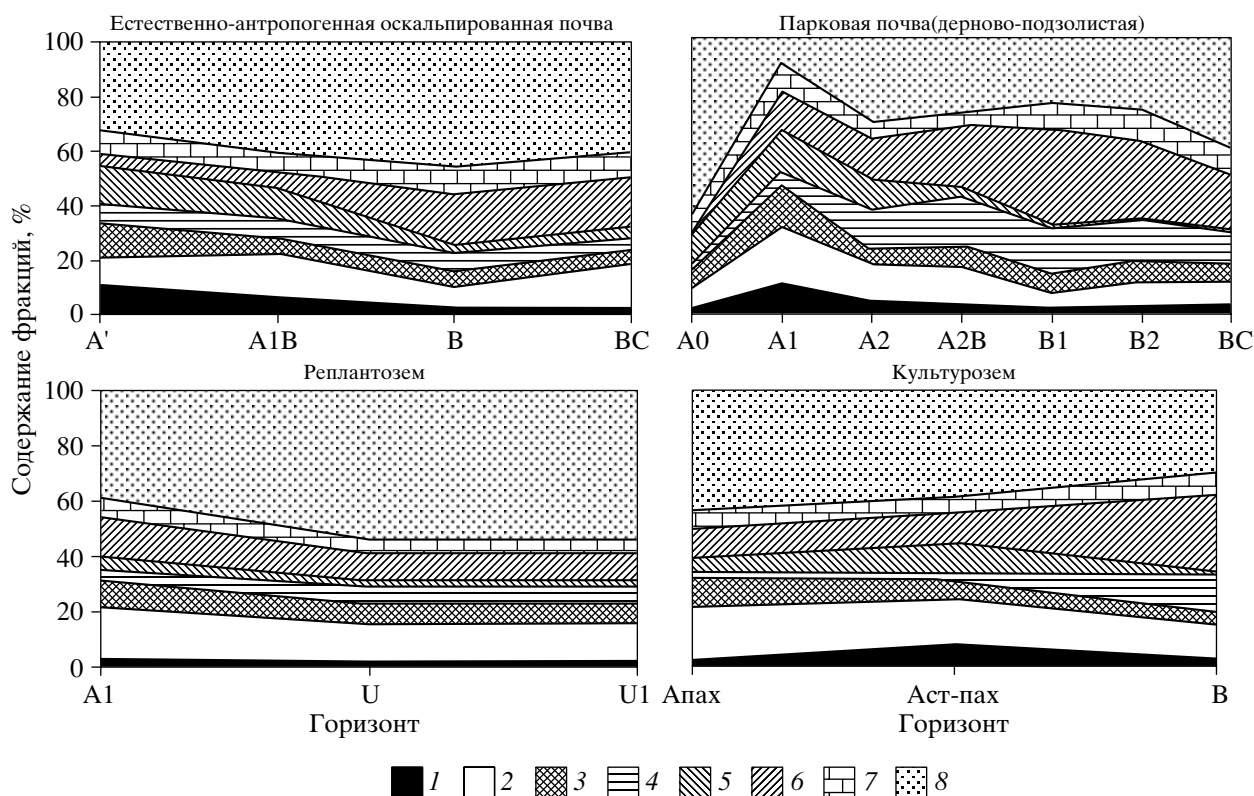


Рис. 3. Качественный состав гумуса городских почв: 1–8 – фракции гумусовых веществ: 1 – ГК-1; 2 – ГК-2; 3 – ГК-3; 4 – ГК-1а; 5 – ГК-1; 6 – ГК-2; 7 – ГК-3; 8 – негидролизующий остаток.

нию, как парковые, где в аккумулятивном горизонте содержание $S_{предгум}$ около 3%.

Во всех почвах в верхней части профиля обогащенность гумуса азотом очень низкая, но с глубиной по профилю она возрастает до высокой и очень высокой. Органическое вещество верхних горизонтов почв имеет высокую и очень высокую степень гумификации, которая с глубиной изменяется до слабой. Тип гумусовых веществ по профилю парковых почв изменяется от фульвано-гуматного в А1 до гуматно-фульватного в элювиальной и фульватного – в иллювиальной части профиля. Пахотный горизонт культуроземов имеет фульвано-гуматный тип гумуса, который в подпахотных горизонтах становится фульватным. Горизонты А1 и “урбик” в реплантоземах имеют одинаковый тип гумуса – гуматно-фульватный.

Особенности химического и гранулометрического состава определили высокое во всех рассматриваемых почвах содержание прочно связанных (фракция 3), низкое и очень низкое - свободных (фракция 1) гуминовых кислот. Содержание гуматов кальция (ГК-2) в профиле парковых почв среднее, в почвах газонов и огородов оно высокое; исключение составляют старопашотные горизонты огородных почв, где содержание гуминовых кислот, связанных с кальцием, среднее.

Наибольшее количество агрессивных фульвокислот (фракция 1а), возрастающее с глубиной, обнаружено в профиле парковых почв, а максимальные значения приходятся на элювиальный и элювиально-иллювиальный горизонты. Максимальное количество фульвокислот фракции 1 во всех почвах приурочено к гумусово-аккумулятивной части профиля, причем с глубиной оно убывает, а содержание фульватов кальция (ГК-2), наоборот, с глубиной возрастает.

Обычно состав и свойства гумусовых веществ связывают с географическим положением почв. Количество гуминовых кислот в них коррелирует с продолжительностью периода биологической активности - ПБА (Орлов, 1990), в течение которого создаются благоприятные условия для нормального роста и развития растений, когда активны микробиологические и биохимические процессы в почве. Для рассматриваемой территории величина ПБА составляет 112 дней (Агроклиматический справочник, 1962), однако среднесуточные температуры воздуха в городах всегда на несколько градусов выше, чем на прилегающей территории, а внутри города существуют еще и различия в тепловом режиме (на 2–3°C) между парковой и жилой зонами (Почва, город, экология, 1997). Эти особенности температурного режима потенциально увеличивают величину ПБА,

и экологическая роль климата в данном случае проявляется в создании условий для формирования гумусовых веществ преимущественно фульватно-гуматного типа, характерных для встречающихся в подзоне южной тайги Среднего Урала серых лесных почв.

Известно (Орлов, Гришина, 1981; Орлов, 1990), что устойчивость новообразованных гумусовых веществ во многом зависит от минералогического и химического состава почвы, в первую очередь наличия карбонатов, особенностей аэрации и инсоляции, пространственных затенений, и “работа” всех этих факторов установлена в почвах г. Ревды. Невысокие температуры, повышенная кислотность, наличие токсических веществ (в первую очередь тяжелых металлов, обменного Na и др.) способствуют более длительному сохранению слабогумифицированных компонентов почвенного органического вещества, и в таких условиях в составе гумуса будут преобладать фульвокислоты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В г. Ревда, как типичном промышленном городе Среднего Урала, специфика экологических условий почвообразования определяется сочетанным взаимодействием урбогенеза и техногенеза при ведущем значении первого. Так, например, формирующиеся в зоне с одним уровнем техногенной нагрузки (импактной зоне) почвы, но оказавшиеся в разных функциональных зонах города имеют неодинаковые признаки и свойства. И наоборот, почвы, оказавшиеся в импактной и буферной зонах (культуросемы и реплантоземы), имеют немало общего в почвообразовании и гумусном состоянии.

Городские почвы должны выполнять многочисленные экологические функции, большая часть которых определяется их гумусным состоянием. Благодаря определенным биогеохимическим свойствам, обуславливаемым органическим веществом, почва превращается в “склад” токсических соединений (например, тяжелых металлов) и выполняет роль барьера на пути их миграции из атмосферы в растительность, грунтовые воды и наземные гидрологические объекты.

К наиболее значимым эдафическим факторам, повлиявшим на гумусообразование и гумусонакопление в изученных почвах, относятся их тяжелый гранулометрический состав, наличие Са-содержащих включений (особенно в почвах жилой зоны), насыщенность основаниями, высокое содержание оксидов железа и очень неблагоприятные общие физические свойства. При неизменной продолжительности ПБА глубина гумификации является в первую очередь функцией грану-

лометрического и химического составов городских почв.

По таким показателям, как $C_{орг}$, $C_{гк}/C_{фк} = 1$ или >1 , небольшим количеством свободных ГК и ФК, преобладанию фракций ГК и ФК, связанных с Са, почвы г. Ревды (за исключением почв техногенной “пустыни”) приближаются к Са-гумусовым почвам, которые в горной полосе Среднего Урала встречаются только на выходах карбонатных пород девона и силура в долинах рек (Богатырев, Ногина, 1962). Этот факт позволяет их характеризовать как почвы, где кальций играет большую роль в почвообразовательном процессе, и поэтому в городских почвах роль гумусовых кислот в трансформации минеральных составляющих почвенного профиля существенно снижается по сравнению с целиннолесными почвами, не испытывающими антропогенного влияния.

Таким образом, гумусообразование, как и весь почвообразовательный процесс, в урбоэкосистеме протекает в весьма специфических экологических условиях, и особенности землепользования в разных зонах города можно рассматривать как современный фактор почвенной эволюции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агроклиматический справочник по Свердловской области. Л.: Гидрометеиздат, 1962. 196 с.
- Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.
- Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. Л.: Агропромиздат, 1986. 295 с.
- Бардина Т.В., Капелькина А.П., Зуев Т.С., Иванцова Е.В. Некоторые методологические принципы при исследовании городских почв // Тез. докл. III съезда Докучаевского общества почвоведов (11–15 июня 2000 г., Суздаль). М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 2000. Кн. 3. С. 14.
- Богатырев К.П., Ногина Н.А. Почвы горного Урала // О почвах Урала, Западной и Центральной Сибири. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 5–48.
- Воробейчик Е.А., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем. Екатеринбург: УИФ “Наука”, 1994. 280 с.
- Капелькина Л.П., Бардина Т.В., Бакина Л.Г. Особенности городских почв и их устойчивость к деградации // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям: Тез докл. Всеросс. конф. (24–25 апр. 2002 г.) М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 2002. С. 99.
- Мещеряков П.В., Прокопович Е.В. Экологические условия формирования гумусовых веществ в зоне влияния СУМЗа // Экология. 2003. № 4. С. 328–331.
- Мещеряков П.В., Прокопович Е.В., Коркина И.Н. Влияние техногенеза на пищевой режим почв лесных экосистем горной полосы Среднего Урала: Мат-лы

- Междунар. конф. (18–20 июня 2002). Екатеринбург: Академкнига, 2002. С. 39–41.
- Орлов Д.С.* Гумусовые кислоты и общая теория гумификации. М.: Изд.-во МГУ, 1990. 325 с.
- Орлов Д.С., Гришина А.А.* Практикум по химии гумуса: Учеб.пособие. М.: Изд.-во МГУ, 1981. 272 с.
- Почва, город, экология / Под ред. Г.В. Добровольского. М., 1997. 320 с.
- Попков С.В.* Некоторые характеристики растительности на городских почвах разной давности нарушения // Тез. докл. III съезда Докучаевского общества почвоведов (11–15 июля, 2000, Суздаль). М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 2000. Кн. 3. С. 76.
- Рябой В.Е., Селиванова А.В.* Почвы урбаноцентров Калининграда // Там же. С. 87–88.
- Строганова М.Н., Мягкова А.Д., Прокофьева Т.В.* Роль почв в городе // Почвоведение. 1997. № 1. С. 96–101.
- Успин А.А.* Экологические проблемы горных территорий Урала // Экологические проблемы горных территорий: Мат-лы Междунар. конф. (18–20 июня 2002). Екатеринбург: Академкнига, 2002. С. 23–28.
- Эколого-геохимическая оценка состояния окружающей среды г. Саранска. М.: ИМГРЭ, 1993. 115 с.
- Экологическая токсикология / Под ред. В.С. Безеля. Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 2001. 136 с.