

Д.В. Сыщиков, И.В. Агурова

ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ДОНЕЦКО-МАКЕЕВСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ АГЛОМЕРАЦИИ КАК ОДИН ИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИНИЦИАЛЬНОГО ЭТАПА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Государственное учреждение «Донецкий ботанический сад»

В статье приведены результаты изучения поглотительной способности почв техногенно нарушенных земель Донецко-Макеевской промышленной агломерации. Показано, что обменные основания в незначительном количестве содержатся в породе отвалов угольных шахт и в эмбриоземе отвально-карьерных комплексов, что, безусловно, отражается на содержании обменных оснований в почвенном поглощающем комплексе, концентрация которых была существенно ниже контрольных показателей. Значения обменной и гидролитической кислотности техноземов повышались по сравнению с аналогичными генетическими горизонтами контрольного участка, что может являться одним из лимитирующих факторов процесса почвообразования техногенно нарушенных земель.

Ключевые слова: поглотительная способность, почвы, мониторинговый участок, гидролитическая и обменная кислотность, сумма обменных оснований

Введение

Интенсивная деятельность человека в крупных городах и на прилегающих к ним территориях приводит к значительному изменению окружающей среды: кардинально меняется рельеф, гидрографическая сеть, естественная растительность уничтожается или существенно изменяется ее видовой состав. Кроме того, сильной трансформации подвергается почвенный покров и изменяются климатические характеристики. Урбанизация приводит к образованию искусственных экосистем, которые обладают меньшей средообразующей ценностью, нарушением биологического круговорота, сокращением биоразнообразия и т. д. В урбоэкосистемах нарушены естественные связи между различными их компонентами, резко усилено давление на почвы.

В городской среде экологические функции почв имеют не меньшее значение, т.к. они обеспечивают устойчивость зеленых насаждений, трансформируют потоки техногенных веществ, обеззараживают болезнетворную биоту и др. Недооценка средообразующей значимости почв в

городе приводят к негативным последствиям. В урбоэкосистемах уничтожение почв и интенсивное сокращение почвенных ресурсов делают невозможным формирование благоприятной для человека устойчивой среды [6].

Почва относится к сложной многофазной и полидисперсной системе. Дисперсные системы коллоидного раздробления, обладающие большой свободной поверхностной энергией, электрокинетическими свойствами, обуславливают ряд важнейших процессов, связанных с поглотительной способностью почв [8]. Носителем поглотительной способности почв является почвенный поглощающий комплекс (ППК) – вся совокупность почвенных компонентов, способных участвовать в процессах поглощения и обмена, главную часть которого составляют почвенные коллоиды. Поглотительная способность имеет крайне важное значение как в формировании самого почвенного покрова, в том числе и повышении оструктуренности почв, так и в жизни самих растений.

Поглотительная способность относится к одному из наиболее существенных свойств почвы, так как вносит значительный вклад в развитие частных почвообразовательных процессов [7].

В связи с вышесказанным, важной задачей является изучение поглотительной способности почв в условиях техногенно трансформированной среды для прогнозирования динамики развития почвообразовательного процесса, потенциальной возможности накопления элементов минерального питания и органического вещества, а также возможности проведения целевых фито-рекультивационных мероприятий, направленных на улучшение почвенных свойств.

Цель и задачи исследований

Целью исследований являлось выявление закономерностей в формировании поглотительной способности эдафотопов техногенно нарушенных земель. Задачей проведенных исследований было изучение таких эдафических показателей, как сумма обменных оснований, гидролитической и обменной кислотности.

Объекты и методики исследований

Для оценки влияния растительных группировок на протекание почвообразовательных процессов в эдафотопах антропогенно трансформированных экосистем на мониторинговых участках №№ 2–4 был проведен высеv семян растений семейства Poaceae.

Мониторинговый участок № 6. Территория, прилегающая к южной части отвала шахты № 12 «Наклонная» (Пролетарский район г. Донецк). Общее проективное покрытие (ОПП) 95–100 %. Доминируют такие виды как *Elytrigia repens* (L.) Nevski и *Vicia cracca* L. Рассеянно встречаются *Artemisia absinthium* L., *Verbascum lychnitis* L., *Achillea pannonica* Scheele, *Euphorbia virgata* Waldst. & Kit. Единично растут *Linaria vulgaris* L. и *Pilosella echinoides* (Lumn.) F. Schult. & Sch. Bip.

Разрез № 6. Чернозем обыкновенный средне гумусированный.

Н – 0–47 см. Свежий, темно-бурый однородный, легкосуглинистый, среднезернистый, умеренно плотный. Новообразований и включений не отмечено. Много корней. Переход в горизонт Н_р ясный по цвету и структуре.

Н_р – 47–86 см. Свежий, светло-каштановый-коричневый, неоднородный, легкосуглинистый,

среднезернистый, умеренно плотный. Новообразований и включений не отмечено. Редкие корни. Переход в горизонт hP резкий по цвету и структуре.

hP – 86–110 см. Суховатый, светло-каштановый, однородный, суглинистый, пластинчатый, умеренно плотный. Новообразований и включений не отмечено. Единичные корни. Переход в горизонт P языковатый по цвету.

P – глубже 110 см. Суховатый, коричневато-оранжевый, однородный, суглинистый, пластинчатый, плотный. Новообразований и включений не отмечено. Корни отсутствуют.

Данный участок рассматривается нами как условный контроль.

Мониторинговый участок № 2. Выведенный из эксплуатации карьер по добыче строительного камня (балка Калиновая, Горняцкий район, г. Макеевка). Растительный покров с высокой мозаичностью, имеются пятна как сорно-рудеральных видов, так и видов степного цено-элемента. ОПП 70–80 %. В составе растительных группировок преобладают такие виды как *Echium vulgare* L., *Stachys transsilvanica* Schur, *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Poa compressa* L., *P. bulbosa* L., *P. angustifolia* L., *Galium humifusum* M. Bieb., *Daucus carota* L., *A. pannonica*, *A. absinthium*, *A. austriaca* Jacq., *V. lychnitis*, *Taraxacum officinale* Wigg., *Convolvulus arvensis* L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort s.l., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Medicago romanica* Prodán, *Oberna behen* (L.) Ikonn. Из древесно-кустарниковых растений представлены *Robinia pseudoacacia* L., *Acer negundo* L., *Juglans regia* L., *Ulmus pumila* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marsh., *Rosa* sp.

Разрез № 2-к. Примитивные неразвитые почвы на песчанике.

Н – 0–5 см. Черный, густо пронизан корнями растений. Структура мелкопорошистая, агрегаты 2 мм диаметром. Переход в горизонт P четкий по цвету, структуре и плотности. Отмечаются ходы зоогенной природы, выцветы солей (розоватые). Каменистость – 5 %.

P – светло-коричневый, продукты метаморфизации песчаников. Каменистость – 20 %, пронизан корнями растений. Прослежен до глубины 20 см.

Почвообразование по дерновому типу (выражен дерновый гумусоаккумулятивный процесс).

Мониторинговый участок № 3. Склон отвала шахты им. Ленина южной экспозиции (Горняцкий район, г. Макеевка). В средней части склона угол поверхности составляет около 30°, что создает неблагоприятные эдафические условия для формирования развитого и устойчивого растительного покрова, в связи с чем ОПП достигает только 20–30 %, доминирует *E. vulgare*, единично представлены *Picris hieracioides* L., *Senecio vernalis* Waldst. & Kit., *Linaria maeotica* Клоков, *Reseda lutea* L., *O. behen*, из древесных растений в непосредственной близости от места закладки почвенного разреза и на пробной площади единично встречаются *R. pseudoacacia*, *A. negundo*, *J. regia*.

Разрез № 3-о-с. Субстрат с признаками почвообразования.

Нэ – 0–15 см. Коричневый, рыхлый, мелкозернистый, суховатый. Каменистость – 5 %. Переход в горизонт Р – постепенный, по цвету – затеками.

Р – палевый, прослежен до глубины 30 см. Каменистость – 15 %. Присутствуют выцветы солей и продукты метаморфизации сланцев.

Мониторинговый участок № 4. Зона выполаживания склона южной экспозиции у основания отвала шахты им. Ленина (Горняцкий район, г. Макеевка). В фитоценозе преобладают *E. vulgare*, *S. transsilvanica*, *A. tectorum*, *C. epigeios*, *P. compressa*, *P. bulbosa*, *G. humifusum*, *D. carota*, *A. pannonica*, *A. absinthium*, *A. austriaca*, *Centaurea diffusa* Lam., *S. vernalis*, *L. maeotica* ОПП – 50–60 %. Древесные растения представлены такими видами как *R. pseudoacacia*, *F. pennsylvanica*, *A. negundo*, *U. pumila*, *J. regia*.

Разрез № 4-о-п. Примитивные седиментационные неразвитые почвы.

Н – 0–10 см. Коричневый, относительно уплотненный, мелкозернистый, суховатый. Каменистость – 5 %. Густо пронизан корнями растений.

Р – темно-серый, метаморфизированный сланец, пластинчатый, сухой, пронизан корнями растений. Каменистость – 30 %. Прослежен до глубины 30 см.

Описание почвенных разрезов проводили по И.И. Назаренко и Н.И. Полупану [4, 5]. Отбор почвенных образцов проводили по почвенным горизонтам [3] в весенний, летний и осенний периоды (в характерное время для каждого сезона в нашем регионе). Так, весной образцы отбирали в период начального зарастания экотопов растениями при

наличии достаточного количества осадков; летом – в период продолжительной засухи; осенью – после выпадения осадков и понижения температурных показателей по сравнению с летним периодом. Определение суммы обменных оснований, обменной и гидролитической кислотности производили общепринятыми методами [7].

Результаты исследований и их обсуждение

При изучении суммы обменных оснований выявлены следующие закономерности (табл. 1). Наибольшие значения суммы обменных оснований (по сравнению с контрольным участком) весной были зафиксированы на участке № 2 (горизонт Н), а наименьшие – на участке № 4 (горизонт Р, 11,6 % к контролю). Сумма обменных оснований в ППК эдафотопы контрольного участка (чернозем обыкновенный) составляла 36,2 и 32,6 мг-экв/100 г почвы в горизонтах Н и Р соответственно.

Полученные нами результаты сопоставимы с литературными данными относительно содержания обменных оснований в типичных черноземах, где фиксированная сумма обменных оснований в среднем находится в пределах от 40 до 50 мг-экв/100 г почвы [2]. Наименьшая сумма обменных оснований зафиксирована на участке № 4 (склон отвала), поскольку отвалы угольных шахт относят к образованиям с крайне неблагоприятными условиями для произрастания растений. Постоянный эоловый снос почвенного поверхностного слоя, крайне неблагоприятные физические характеристики субстрата, неравномерность выпадения осадков негативно сказываются на формировании почвенного покрова, на степени гумусированности и оструктуренности и как следствие – на поглотительной способности почв.

По сезонам не зафиксировано существенных изменений (как по отдельным участкам, так и по горизонтам) в суммарном количестве обменных оснований, это наиболее стабильный признак, на него не влияют внешние факторы. При проведении фиторекультивационных мероприятий с привлечением растений различных экологических групп возрастает разнообразие и устойчивость растительных группировок, что опосредованно влияет на агрохимические показатели почв, а впоследствии – и на ее поглотительную способность. В свою очередь, поглотительная способность будет улучшать почвенные характеристики отдельных участков и эдафотопы в целом.

Таблица 1. Сумма обменных оснований (мг-экв/100 г почвы) в технозомах мониторинговых участков

Участок	Весна		Лето		Осень	
	М ± m	%	М ± m	%	М ± m	%
№ 6 Н	36,2±0,85	–	37,1±0,56	–	36,8±0,64	–
№ 6 Р	32,6±0,65	–	32,4±0,65	–	32,1±0,32	–
№ 2 Н	24,2±0,41*	66,8	23,6±0,87*	63,6	22,8±0,35*	61,9
№ 2 Р	13,0±1,67*	39,9	12,3±1,22*	37,9	12,6±0,28*	39,2
№ 3 Н	17,8±0,65*	49,2	15,7±0,38*	42,3	16,1±0,65*	43,7
№ 3 Р	13,4±0,44*	41,1	13,0±1,13*	40,1	12,5±0,35*	38,9
№ 4 Н	7,6±0,64*	21,0	6,4±0,35*	17,2	8,3±0,25*	22,5
№ 4 Р	3,8±0,15*	11,6	2,5±0,24*	7,7	2,3±0,15*	7,2

Примечание: здесь и в таблицах 2–3, % – процент превышения значений по отношению к аналогичным почвенным горизонтам участка № 6, * – различия статистически достоверны при $p < 0,05$

Согласно литературным данным обменная кислотность определяется количеством поглощенных H^+ и Al^{3+} , вытесняемых из почвы катионами нейтральных солей. При обработке почвы раствором нейтральных солей не все поглощенные ионы водорода и алюминия вытесняются из почвенного поглощающего комплекса [1, 7]. Более полное вытеснение их происходит при действии раствора гидролитически щелочных солей.

Чаще всего обменная кислотность выражается как pH_{KCl} или мг-экв/100 г почвы. При определении обменной кислотности учитываются катионы H^+ находящиеся в почвенном растворе, т.е. в величину обменной кислотности входит и актуальная кислотность. Обменная кислотность может переходить в актуальную, ухудшая условия развития растений. По величине pH_{KCl} определяется степень кислотности почв и нуждаемость их в известковании, очередность известкования и дозы извести [5]. Для большинства почв именно этот вид кислотности считается наиболее опасным, возрастание этого показателя может быть «сигналом» деградационных процессов.

При определении обменной кислотности на мониторинговых участках получены следующие данные (табл. 2).

Потенциально наиболее неблагоприятные условия для произрастания растений по показателю обменной кислотности складываются на участке № 4, где зафиксировано превышение показателей зональной почвы в 7 и 11 раз (для горизонтов Н и Р соответственно). Для контрольного участка характерен минимальный уровень обменной кислотности, что согласуется с литера-

турными данными [1, 8]. Часто в почвах с нейтральной или щелочной реакцией среды, например, в черноземах, обменная кислотность может и вовсе отсутствовать. По сезонам не зафиксировано существенных изменений обменной кислотности. Предполагаем, что, как один из видов потенциальной кислотности, обменная кислотность на участке № 4 (склон отвала) может лимитировать рост и развитие поселяющихся растений. На остальных участках она должна быть предметом постоянных наблюдений.

Гидролитическая кислотность выражается в мг-экв/100 г почвы. Включает в себя: актуальную, обменную и собственно гидролитическую. Собственно гидролитическая кислотность характеризуется слабой подвижностью и в отсутствии актуальной и обменной форм (например, в черноземах) не оказывает негативного влияния на растения. Гидролитическая кислотность определяется количеством поглощенных H^+ и Al^{3+} , вытесняемых гидролитически щелочной солью (CH_3COONa). Количество образующейся уксусной кислоты, эквивалентное количеству поглощенных водорода и алюминия в почве, определяет величину гидролитической кислотности, выражаемую в мг-экв. H^+ /100 г почвы; обозначают ее H_t [8].

Результаты исследований гидролитической кислотности почв мониторинговых участков приведены в таблице 3.

В весенний период исследований зафиксировано превышение значений гидролитической кислотности по сравнению с контролем на всех мониторинговых участках. Анализ результатов проведенных исследований позволил отметить отсут-

Таблица 2. Обменная кислотность (мг-экв/100 г почвы) техноземов мониторинговых участков

Участок	Весна		Лето		Осень	
	М ± m	%	М ± m	%	М ± m	%
№ 6 Н	0,01±0,0002	–	0,01±0,0002	–	0,01±0,0002	–
№ 6 Р	0,02±0,0004	–	0,02±0,0002	–	0,02±0,0002	–
№ 2 Н	0,07±0,003*	700	0,06±0,003*	600	0,05±0,003*	500
№ 2 Р	0,09±0,003*	450	0,08±0,003*	400	0,06±0,003*	300
№ 3 Н	0,08±0,007*	800	0,07±0,003*	700	0,09±0,006*	900
№ 3 Р	0,10±0,001*	500	0,09±0,003*	450	0,1±0,007*	500
№ 4 Н	0,07±0,006*	700	0,08±0,007*	800	0,09±0,003*	900
№ 4 Р	0,22±0,012*	1100	0,21±0,009*	1050	0,19±0,006*	950

Таблица 3. Гидролитическая кислотность (мг-экв/100 г почвы) техноземов мониторинговых участков

Участок	Весна		Лето		Осень	
	М ± m	%	М ± m	%	М ± m	%
№ 6 Н	0,60±0,03	–	0,58±0,02	–	0,50±0,02	–
№ 6 Р	0,45±0,02	–	0,55±0,02	–	0,60±0,03	–
№ 2 Н	2,13±0,14*	355	1,77±0,05*	305,2	1,03±0,03*	187,3
№ 2 Р	1,48±0,03*	246,7	1,12±0,03*	203,6	0,47±0,03*	78,3
№ 3 Н	1,03±0,08*	171,7	1,15±0,05*	198,3	1,09±0,03*	218
№ 3 Р	1,8±0,06*	400	1,03±0,03*	187,3	1,48±0,08*	246,7
№ 4 Н	0,83±0,03*	138,3	1,75±0,05*	301,7	1,77±0,03*	354
№ 4 Р	1,15±0,05*	255,5	1,14±0,06*	207,3	1,89±0,08*	315

ствие существенных изменений этого показателя по сезонам. На контрольном участке значения гидролитической кислотности находятся в пределах 0,45 – 0,6 мг-экв/100 г почвы. На мониторинговых участках значения гидролитической кислотности увеличиваются в 2–4 раза независимо от сезона исследований.

Выводы

Результаты проведенных исследований плотительной способности почв мониторинговых участков свидетельствуют о процессах, типичных для начальных стадий почвообразования. Сумма обменных оснований существенно отличается от этого показателя чернозема обыкновенного, принятого в качестве условного контроля. По нашему мнению, незначительные количества обменных оснований в породе отвалов угольных шахт и в эмбриоземе отвально-карьерных комплексов обусловлены крайне неблагоприятными условиями для формирования мощного почвенного профиля, что, безусловно, отражается на содержании обменных оснований в

ППК. Отмеченное возрастание значений обменной и гидролитической кислотности техноземов по сравнению с аналогичными генетическими горизонтами контрольного участка, может свидетельствовать об увеличении роли ионов водорода и алюминия в почвенно-поглощающем комплексе, образующихся вследствие трансформации первичных и вторичных минералов породы или процессов ее выщелачивания. Применение травянистых фитомелиорантов в эдафотопх антропогенно трансформированных экосистем в некоторой степени способно улучшить структурированность почвы, обогатить ее элементами минерального питания и органического вещества, а значит и понизить кислотность почвы, что в дальнейшем может привести к формированию устойчивых растительных сообществ.

1. *Агрохимия* / под ред. П.М. Смирнова, Э.А. Муравина. М.: Колос, 1984. 304 с.
2. *Азизов З.М.* Кислотность чернозема южного и урожайность озимой пшеницы при разных

- приемах основной обработки почвы и удобрений в севообороте // Успехи современного естествознания. 2018. № 2. С. 35–42.
3. *Методы почвенной микробиологии и биохимии* / под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
 4. *Назаренко І.І., Польчина С.М., Нікорич В.А.* Грунтознавство. Чернівці: Книги-XXI, 2004. 400 с.
 5. *Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А.* Класифікація ґрунтів України. К.: Аграрна наука, 2005. 300 с.
 6. *Почвы и техногенные поверхностные образования в городских ландшафтах* / Г.В. Ковалева, В.Т. Старожилов, А.М. Дербенцева, А.В. Назаркина и др. Владивосток: Дальнаука, 2012. 159 с.
 7. *Практикум по агрохимии* / под ред. В.Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
 8. *Соколова Т.А., Толпешта И.И., Трофимов С.Я.* Почвенная кислотность. Кислотно-основная буферность почв. Соединения алюминия в твердой фазе почвы и в почвенном растворе. Тула: Гриф и К, 2012. 124 с.

Поступила в редакцию: 18.05.2020

UDC 631.414.2+631.415.12(477.62)

ABSORBENT CAPACITY OF SOILS OF TECHNOGENOUS DISTURBED LAND IN DONETSK-MAKEEVKA INDUSTRIAL AGGLOMERATION AS AN INDICATOR OF INITIAL STAGE OF SOIL FORMATION

D.V. Syshchykov, I.V. Agurova

Public institution «Donetsk Botanical Garden»

The article presents results of the study of soils absorption capacity in technogenous disturbed lands of Donetsk-Makeevka industrial agglomeration. It is shown that the exchangeable bases in a small amount are contained in the rock dumps of coal mines and in the embryozem of dump-pit complexes, which certainly affects the content of exchange bases in the SAC, the concentration of which was significantly lower than the control level. The exchange and hydrolytic acidity values of technozems have increased compared to similar genetic horizons of the control site, which may be one of the limiting factors of the process of soil formation of technogenically disturbed lands.

Key words: absorption capacity, soil, monitoring site, hydrolytic and exchange acidity, the amount of exchangeable bases