

УДК 504.5/06:502.5/6:631.4

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ В ПРЕДЕЛАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПОВОЛЖЬЯ

Ларионов М. В.

Балашовский институт (филиал) Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, Балашов, Россия (412316, г. Балашов, Саратовская область, ул. 167 Стрелковой дивизии, 22 «А», 55), e-mail: lmv001@rambler.ru

В статье представлены результаты многолетних агрохимических исследований почвенного покрова урбанизированных территорий Поволжья (города Балашов, Саратов, Сердобск, Кузнецк, Камышин, Волжский, Инза, Димитровград) методом пробных площадей. Почвы поволжских городов значительно трансформированы в результате воздействия техногенных факторов. Это проявляется в изменении агрохимических свойств почв. Почвы в городах района исследований обладают слабощелочной, щелочной и близкой к нейтральной реакциями среды, более низкими по сравнению с контролем величинами гидролитической кислотности, содержания гумуса, подвижного фосфора и обменного калия. Повышается экологическая опасность увеличения подвижности тяжелых металлов и их проникновение в грунтовые воды и сопредельные среды. С усилением техногенного давления на городские почвы повышаются показатели обменной кислотности, суммы поглощенных оснований, степени насыщенности основаниями.

Ключевые слова: агрохимические показатели, городские почвы, техногенная трансформация.

AGROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOIL WITHIN THE URBANIZED AREAS OF THE VOLGA REGION

Larionov M. V.

Balashov Institute (branch) of the Saratov state University n.a. N.G. Chernyshevsky, Balashov, Russia (412316, g. Balashov, Saratov region, street 167 Infantry division, 22 «A», 55), e-mail: lmv001@rambler.ru

The article presents the results of multiyear agrochemical researches of a soil cover in the urbanized areas of the Volga region (cities of Balashov, Saratov, Serdobsk, Kuznetsk, Kamyshin, Volzhsky, Inza, Dimitrovgrad) by the method of trial plots. The soil of the Volga cities significantly transformed as a result of impact of technogenic factors. This manifests itself in the change of agrochemical properties of soils. The soil in the cities in the study area have a weak alkaline, alkaline and close to neutral reaction of environment, lower compared to the control values hydrolytic acidity, content of humus, mobile phosphorus and potassium exchange. Increased environmental danger of increasing the mobility of heavy metals and their penetration into the groundwater and adjacent environment. With the intensification of anthropogenic pressure on urban soils increased rates of exchange acidity, the amount of absorbed bases, the degree of saturation of the grounds.

Key words: agro-chemical indicators, urban soil, anthropogenic transformation.

Введение

Урболандшафт является целостной системой, для которой характерно специфическое взаимодействие всех природных и антропогенных компонентов окружающей среды, где почва является базовой компонентой, обеспечивая продуктивность системы и ее биоразнообразие [1–3]. Данная система формируются в результате деградации, уничтожения или замещения природных систем [3, 4].

Особенности антропогенной трансформации почв проявляются в долговременном изменении их агрохимических показателей [4, 5].

Цель исследований, выполненных в 2006–2011 гг., состояла в агрохимическом анализе почвенного покрова урбанизированных территорий Поволжья (Балашов, Саратов, Сердобск, Кузнецк, Камышин, Волжский, Инза, Дмитровград).

Материалы и методы исследования

Использован удобный способ исследования почв методом прикопок глубиной до 20–40 см [2, 4, 6]. Пробные площади (в каждом городе по 10 шт.) закладывались в соответствии с общепринятыми методиками биохимических исследований почв [1, 2, 6, 7]. Размер каждой пробной площади составил 2500 м² (50×50 м²). Агрохимический анализ почвенных проб проведен по стандартным методикам [1, 4, 5, 6].

Результаты исследования и их обсуждение

В контрольном участке заложены пробные площади (ПП №№ 1–4) в относительно не нарушенных пойменных (ПП №№ 1, 3) и степных экосистемах (ПП №№ 2, 4).

Агрохимический анализ почв в контроле выявил следующие результаты, показанные в табл. 1.

Таблица 1

Агрохимические показатели естественных ненарушенных почв в контроле (2006–2011 гг.)

Показатель	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	M±m _M
pH	5,22	5,40	5,43	5,34	5,48	5,66	5,4±0,13
N, мг·экв / 100 г почвы	0,67	0,65	0,83	0,85	0,76	0,86	0,77±0,03
S, мг·экв / 100 г почвы	46,1	44,0	42,4	43,2	38,5	33,6	41,3±1,2
V, %	61,5	63,4	68,5	61,7	64,3	61,6	63,5±2,4
C _{орг} , %	9,2	11,3	9,7	9,2	8,9	8,8	9,5±0,35
P ₂ O ₅ , мг / 100 г почвы	14,3	17,1	15,0	16,5	15,7	16,4	15,8±0,44
K ₂ O, мг / 100 г почвы	19,3	19,5	17,7	22,8	21,0	20,7	20,2±0,46

Результаты агрохимических исследований почвенного покрова г. Балашова (Саратовская область) представлены в табл. 2.

Таблица 2

Агрохимические показатели естественных ненарушенных и антропогенно преобразованных почв в г. Балашове (2006–2011 гг.)

Показатель	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	M±m _M
pH	7,09	7,34	7,15	7,36	7,44	7,57	7,3±0,21

Н, мг·экв / 100 г почвы	2,55	2,13	2,90	1,75	2,03	1,62	2,2±0,093
S, мг·экв / 100 г почвы	35,8	39,5	44,3	47,8	49,2	48,5	44,2±1,3
V, %	72,4	78,3	79,2	75,8	83,6	85,2	79,1±1,6
C _{орг} , %	5,06	4,43	2,25	2,19	2,27	1,26	2,9±0,04
P ₂ O ₅ , мг / 100 г почвы	9,71	8,63	7,21	6,67	2,64	2,45	6,2±0,12
K ₂ O, мг / 100 г почвы	11,5	9,42	6,73	7,05	4,18	3,97	7,1±0,24

В почвах г. Балашова наблюдается следующее: растет показатель рН, среднее арифметическое значение которого составляет 7,3±0,21. Происходит постепенное обеднение городских почв, выражающееся в снижении таких показателей: гидролитической кислотности (с 2,13 в 2007 г. до 1,62 мг·экв/100 г почвы в 2011 г.), количества обменного фосфора (с 9,71 в 2006 г. до 2,45 мг/100 г почвы в 2011 г.) и калия (с 11,5 в 2006 г. до 3,97 мг/100 г почвы). Содержание гумуса в городских почвах падает (с 5,06 % в 2007 г. до 1,26 % в 2011 г.). Почвы г. Балашова являются малогумусными: среднее арифметическое значение C_{орг} составляет 2,9±0,04 %.

Агрохимический анализ почвенного покрова г. Саратова приведен в табл. 3.

Таблица 3

Агрохимические показатели почв в г. Саратове (2006–2011 гг.)

Показатель	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	M±m _M
рН	7,18	7,59	8,62	8,45	8,31	8,65	8,1±0,16
Н, мг·экв / 100 г почвы	7,74	6,19	5,28	4,36	3,26	3,24	4,9±0,08
S, мг·экв / 100 г почвы	18,6	27,7	22,6	32,1	25,8	38,3	27,5±0,82
V, %	50,7	53,6	59,3	77,2	67,4	73,6	80,2±2,6
C _{орг} , %	2,36	2,55	0,62	0,46	0,92	0,54	1,2±0,041
P ₂ O ₅ , мг / 100 г почвы	6,23	3,96	2,42	0,91	2,83	0,45	2,8±0,13
K ₂ O, мг / 100 г почвы	9,17	9,24	4,47	2,38	0,65	1,04	4,5±0,21

Почвы г. Саратова сильно изменены под действием техногенного пресса. Установлен значительный рост показателя рН (с 7,09 в 2006 г. до 7,57 в 2011 г.), средневзвешенная его величина (7,2±0,98) характеризуется как слабощелочная. Гидролитическая кислотность ежегодно снижается, достигая минимума в 2010 г. (3,24 мг·экв/100 г почвы). Сумма поглощенных оснований и степень поглощенных оснований динамично растут (S – с 18,6 в 2006 г. до 38,3 мг·экв/100 г почвы в 2011 г.; V – с 50,7 в 2006 г. до 73,6 % в 2011 г.), что

указывает о высокой степени нарушенности почвенного покрова. Содержание гумуса, а также количество подвижного фосфора и обменного калия ежегодно падает: $C_{орг}$ – с 2,55 в 2007 г. до 0,54 % в 2011 г.; P_2O_5 – с 6,23 в 2006 г. до 0,45 мг/100 г почвы в 2011 г.; K_2O – с 9,24 до 0,65 мг/100 г почвы в 2010 г. соответственно (приложение, рис. П. 23).

Результаты агрохимических исследований почвенной среды в г. Сердобске (Пензенская область) представлены в табл. 4.

Таблица 4

Агрохимические показатели почв в г. Сердобске (2006–2011 гг.)

Показатель	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	$M \pm m_M$
pH	5,89	6,65	7,32	6,97	7,54	7,10	$6,9 \pm 0,25$
H, мг·экв / 100 г почвы	2,53	2,54	2,36	2,21	1,07	1,04	$1,9 \pm 0,04$
S, мг·экв / 100 г почвы	22,1	42,6	34,9	30,5	35,0	48,3	$35,6 \pm 1,6$
V, %	94,9	90,2	89,8	96,5	97,2	97,4	$94,3 \pm 3,2$
$C_{орг}$, %	3,22	3,16	2,70	2,09	2,42	2,24	$2,6 \pm 0,074$
P_2O_5 , мг / 100 г почвы	8,46	7,72	3,70	4,69	2,08	2,45	$4,9 \pm 0,12$
K_2O , мг / 100 г почвы	15,3	11,3	12,7	7,48	9,03	6,58	$10,4 \pm 0,31$

В динамике агрохимических показателей почв г. Сердобска отмечена тенденция роста обменной кислотности (с 5,89 в 2006 г. до 7,54 в 2010 г.), среднеарифметическая величина которой приближается к значению нейтральная (составляет $6,9 \pm 0,25$), суммы поглощенных оснований (с 22,1 в 2006 г. до 48,3 мг·экв/100 г почвы в 2011 г., среднеарифметическое значение S составляет $35,6 \pm 1,6$ мг·экв/100 г почвы), степени насыщенности почвы основаниями (с 94,9 в 2006 г. до 97,4 мг·экв/100 г почвы в 2011 г., среднеарифметическое значение V составляет $94,3 \pm 3,2$ %) и снижения гидролитической кислотности (с 2,53 в 2006 г. до 1,04 в 2011 г., среднеарифметическое значение H составляет $1,9 \pm 0,04$ мг·экв/100 г почвы), содержания гумуса (с 3,16 в 2007 г. до 2,24 % в 2011 г., среднеарифметическое значение $C_{орг}$ равно $2,6 \pm 0,074$ %), подвижного фосфора (с 8,46 в 2006 г. до 2,08 мг/100 г почвы в 2010 г., среднеарифметическое значение P_2O_5 составляет $4,85 \pm 0,12$ мг/100 г почвы) и обменного калия (с 11,3 в 2007 г. до 6,58 мг/100 г почвы в 2011 г., среднеарифметическое значение K_2O составляет $10,4 \pm 0,31$ мг/100 г почвы).

На табл. 5 отражены результаты агрохимического анализа естественных относительно не нарушенных и техногенно измененных почв г. Кузнецка (Пензенская область).

Таблица 5

Агрохимические показатели почв в г. Кузнецке (2006–2011 гг.)

Показатель	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	M±m_M
pH	6,74	7,51	7,05	7,73	7,14	7,36	7,3±0,24
H, мг·экв / 100 г почвы	5,36	4,05	2,96	3,25	1,47	1,38	3,1±0,14
S, мг·экв / 100 г почвы	23,6	28,5	43,1	52,9	55,2	53,6	42,8±1,8
V, %	81,6	86,3	88,1	98,4	95,8	97,2	91,2±3,3
C _{орг} , %	2,33	2,18	3,36	1,62	1,05	1,24	1,9±0,05
P ₂ O ₅ , мг / 100 г почвы	14,2	17,3	7,53	10,4	5,68	3,27	9,7±0,39
K ₂ O, мг / 100 г почвы	10,2	8,39	9,17	8,48	5,71	4,83	7,8±0,28

В данном населенном пункте отмечается динамичное снижение показателей гумуса (с 2,33 в 2006 г. до 1,24 % в 2011 г.), подвижного фосфора (с 17,3 в 2006 г. до 3,27 мг/100 г почвы в 2011 г.) и обменного калия (с 10,2 в 2006 г. до 4,83 мг/100 г почвы в 2011 г.). Показатели обменной кислотности (с 6,74 в 2006 г. до 7,36 в 2011 г., средневзвешенное значение 7,3±0,24 – нейтральная реакция), суммы поглощенных оснований (с 23,6 в 2006 г. до 55,3 мг·экв/100 г почвы в 2010 г.) и степени насыщенности основаниями (с 81,6 в 2006 г. до 97,2 % в 2011 г.) повышаются. Значения реакции среды, гидролитической кислотности, степени насыщенности основаниями, содержания гумуса, подвижного фосфора и обменного калия ниже аналогичных агрохимических показателей почв в контроле.

В процессе агрохимических исследований почвенного покрова г. Камышина (Волгоградская область) получены результаты, содержащиеся в табл. 6.

Таблица 6

Агрохимические показатели почв в г. Камышине (2006–2011 гг.)

Показатель	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	M±m_M
pH	7,42	7,57	7,86	7,95	7,46	7,61	7,7±0,30
H, мг·экв / 100 г почвы	5,18	2,56	2,28	2,50	2,86	2,89	3,0±0,08
S, мг·экв / 100 г почвы	36,5	37,2	39,8	38,6	39,9	38,5	38,4±1,8
V, %	73,3	66,9	79,5	80,1	75,3	78,7	75,6±2,4
C _{орг} , %	1,56	1,38	1,63	1,27	1,44	1,54	1,8±0,03
P ₂ O ₅ , мг / 100 г почвы	4,37	4,45	3,25	2,18	3,26	2,02	3,3±0,05
K ₂ O, мг / 100 г почвы	6,36	4,61	3,53	3,22	1,87	1,43	3,5±0,09

Обменная кислотность почв г. Камышина незначительно варьирует по годам и составляет в среднем 7,7±0,30, что соответствует слабощелочной реакции почвы. Остаются

относительно стабильными суммами поглощенных оснований, степень насыщенности основаниями, содержание подвижного фосфора и обменного калия. Значительно снижаются гидролитическая кислотность (с 5,18 в 2006 г. до 7,46 мг·экв/100 г почвы в 2010 г.) и содержание гумуса (с 1,38 в 2007 г. до 1,44 в 2010 г.). Почвы г. Камышина по отношению к контролю характеризуются повышенными показателями реакции среды, суммы поглощенных оснований, степени насыщенности основаниями и пониженным содержанием гумуса, подвижного фосфора и обменного калия.

Аналогичным образом были подвергнуты агрохимическому анализу пробы почв, взятые в городах Волжском (Волгоградская область), Инзе, Димитровграде (Ульяновская область).

На рис. 1 изображено распределение агрохимических показателей городских почв в целом по району исследований.

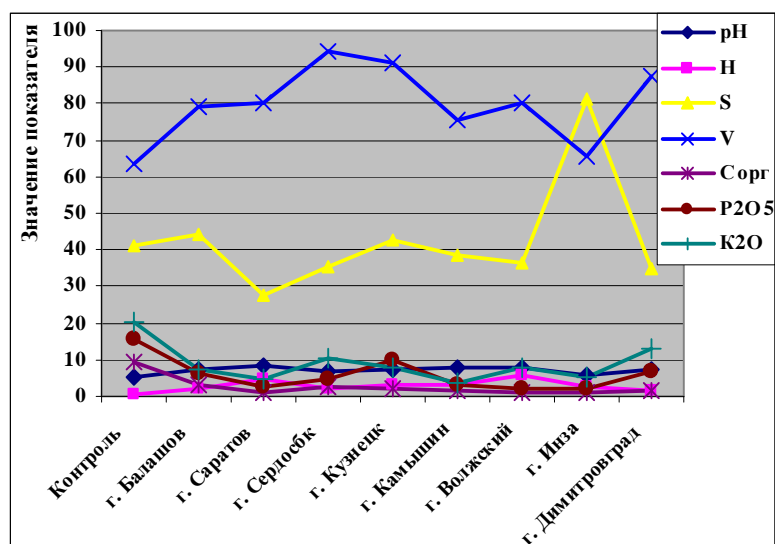


Рис. 1. Распределение значений приоритетных агрохимических показателей почв, дифференцированно по городам Нижнего и Среднего Поволжья (2006–2011 гг.)

Максимальные величины степени насыщенности основаниями, в сравнении с г. Балашовом и другими исследованными городами, отмечены в городах Сердобске ($94,3 \pm 3,2$ %), Кузнецке ($91,2 \pm 3,3$ %) и Димитровграде ($87,5 \pm 1,7$ %). В городах Инзе ($81,1 \pm 2,6$ мг·экв/100 г почвы), Балашове ($44,2 \pm 1,3$ мг·экв/100 г почвы) и Кузнецке ($42,8 \pm 1,8$ мг·экв/100 г почвы) зарегистрированы максимальные значения суммы поглощенных оснований в почвенной среде.

Минимальное содержание гумуса по сравнению с г. Балашовом и другими исследованными городами в почвах отмечено в городах Саратове ($1,2 \pm 0,04$ %) и Волжском ($0,9 \pm 0,028$ %). Здесь же отмечены и максимальные значения pH почв (в г. Саратове –

8,1±0,16, в Волжском – 7,9±0,31), а также в г. Камышине (7,7±0,30). Минимум концентрации подвижного фосфора в техногенно преобразованных почвах установлен в городах Инзе (2,0±0,07 мг/100 г почвы), Волжском (2,2±0,06 мг/100 г почвы), а также в Саратове (2,8±0,13 мг/100 г почвы). Минимум концентрации обменного калия в техногенно преобразованных почвах пришелся на города Камышин (3,5±0,09 мг/100 г почвы), Саратов (4,5±0,21 мг/100 г почвы) и Инзу (5,4±0,18 мг/100 г почвы).

Выводы

Для городских почв характерно нарушение природно-обусловленного расположения горизонтов, отсутствие важного биогеоценотического экранного слоя подстилки, обогащенность основными элементами питания растений, переуплотненность, захламленность. Агрохимический анализ почв в районе исследований показывает, что относительно ненарушенные естественные и техногенно преобразованные почвы значительно различаются между собой по агрохимическим показателям.

Почвенный покров большинства исследованных городов обладают слабощелочной (города Балашов, Камышин, Волжский, Димитровград) и близкой к нейтральной (города Сердосбк, Инза) реакцией. В г. Саратове зарегистрирована щелочная реакция почв, в г. Кузнецке – нейтральная реакция. Высокие показатели рН, соответствующие щелочной и слабощелочной реакцией, вызывают наибольшую экологическую опасность. Слабощелочная и щелочная реакции городских почв связаны с поступлением большого количества уличной пыли, содержащей карбонаты кальция и магния, поступающих в основном с автомобильных дорог и промышленных предприятий. Слабощелочная и щелочная реакция почв объясняется поступлением в почву из поверхностного стока и дренажных вод хлоридов натрия и кальция и других солей, которыми зимой посыпают дороги и тротуары. Городские почвы с нейтральной реакцией поглощают тяжелые металлы из растворов более интенсивно, чем почвы с кислой реакцией. Повышается экологическая опасность увеличения подвижности тяжелых металлов и их проникновение в грунтовые воды и сопредельные среды.

Значение гидролитической кислотности уменьшается. Также повышаются величины суммы поглощенных оснований и степени насыщенности основаниями с повышением уровня трансформации почв. Содержание гумуса в городских почвах значительно меньше, чем в естественных ненарушенных почвах. Низкое содержание гумуса препятствует образованию органо-металлических комплексов.

Содержание подвижного фосфора и обменного калия выше в почвах, которые обогащаются минеральными удобрениями (газоны, огороды, сады). При усилении антропогенной перестройки профиля городских почв в них динамично повышаются показатели обменной кислотности, суммы поглощенных оснований, степени насыщенности

основаниями. Показатель гидrolитической кислотности, содержание подвижного фосфора и обменного калия снижаются в нарушенных почвах по сравнению с естественными относительно не нарушенными.

Список литературы

1. Алексеенко В. А. Геохимия ландшафта и окружающая среда. – М.: Недра, 1990. – 142 с.
2. Глазовская М. А. Геохимические основы и методики исследования природных ландшафтов. – М.: МГУ, 1964. – 230 с.
3. Мазинг В. В. Экосистема города, ее особенности и возможности оптимизации // Экологические аспекты городских экосистем. – Минск, 1984. – С. 181–191.
4. Мотузова Г. В., Безуглова О. С. Экологический мониторинг почв. – М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. – 237 с.
5. Русин Г. Г. Физико-химические методы анализа в агрохимии. – М.: Агропромиздат, 1990. – 303 с.
6. Федорец Н. Г., Медведева М. В. Методика исследования почв урбанизированных территорий. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. – 84 с.
7. Hinesly T. D., Alexander D. E., Redborg K. E., Liegler E. L. Differential accumulations of Cd and Zn by Corn Hybrids Grown on Soil Amended with Sewage Sludge // Agronomy Journal. – 1982. – V. 74. – P. 469–474.

Рецензенты:

Любимов Валерий Борисович, д.б.н., профессор, зав. кафедрой экологии и рационального природопользования ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского», г. Брянск.

Зайцева Елена Владимировна, д.б.н., профессор, зав. кафедрой зоологии и анатомии ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского», г. Брянск.