

УДК 504.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ПАРКОВ ГОРОДА САМАРЫ¹

© 2007 Н.О. Рогулева², Н.В. Прохорова³

Изучены геохимические особенности и общая токсичность жидкой фазы снега в трех крупнейших парках города Самары. Показана загрязненность атмосферного воздуха парков тяжелыми металлами и связь этого показателя с их географическим положением и экологическими условиями прилегающих территорий.

Введение

Атмосфера, являясь одним из основных компонентов биосферы, оказывает интенсивное и разностороннее воздействие на гидросферу, геологическую среду, почвенный покров, здания, сооружения, другие техногенные объекты, а также на биоту в целом и на человека в частности. Поэтому охрана атмосферного воздуха представляет собой приоритетную экологическую проблему, которой уделяется пристальное внимание во всех развитых странах. Активное воздействие атмосферы на наземные экосистемы и гидросферу проявляется через атмосферные осадки в виде дождя и снега. Поверхностные и подземные воды суши имеют главным образом атмосферное питание и их химический состав в значительной степени зависит от состояния атмосферы [1].

Техногенное загрязнение воздушной среды оказывает негативное влияние на почвенно-растительный покров, проявляющееся в выпадении кислотных осадков, вымывающих кальций, гумус и микроэлементы из почв, в нарушении процессов фотосинтеза, приводящих к замедлению роста и гибели растений. Совместное действие этих процессов приводит к заметному уменьшению плодородия почв, снижению продуктивности лесов и даже к их исчезновению [1].

Многолетними исследованиями показано, что зимой наблюдается повышение концентрации различных химических веществ в атмосфере, обусловленное ухудшением метеорологических условий рассеяния примесей, увеличением количества промышленных выбросов, замедлением химических процессов транс-

¹ Представлена доктором биологических наук, профессором Л.М. Кавеленовой.

² Рогулева Наталья Олеговна (strona@yandex.ru) Ботанический сад Самарского государственного университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 36.

³ Прохорова Наталья Владимировна (ecology@ssu.samara.ru) кафедра экологии, ботаники и охраны природы Самарского государственного университета, 443011, Россия, г. Самара, ул. Акад. Павлова, 1.

формации веществ при низкой температуре воздуха. По этим причинам в снежном покрове городов накапливается основная масса атмосферных поллютантов [2, 3].

Снежный покров обладает высокой сорбционной способностью и является наиболее информативным объектом при выявлении техногенного загрязнения атмосферы. Снежный покров фактически аккумулирует и сохраняет в себе все загрязняющие атмосферу компоненты. Химический состав фильтрата талого снега формируется в результате поступления с осадками различных химических элементов, поглощения снежным покровом газов, водорастворимых аэрозолей и взаимодействия со снежным покровом твердых пылевых частиц, оседающих из атмосферы [4].

Нами были изучены некоторые химические характеристики и общая токсичность жидкой фазы снега в трех крупнейших парках г.Самары для последующего использования этих данных в экологическом мониторинге загрязнения атмосферного воздуха в зонах рекреации.

Условия, объекты и методы исследования

Отбор проб снега производился в феврале 2007 года на территории трех парков в Промышленном и Октябрьском районах г.Самары – в парке Metallургов, парке им. Ю.А. Гагарина и в Загородном парке. В зависимости от их площади, в каждом из парков было заложено разное число пробных площадей (5 – в парке Metallургов, 6 – в парке им. Гагарина, 7 – в Загородном парке), которые наиболее полно отражали экологические условия изучаемых территорий.

В образцах снеговой воды определяли рН, величину сухого остатка (общую минерализацию), содержание тяжелых металлов (Zn, Cu, Cr, Ni, Pb, Cd) методом атомно-адсорбционной спектрофотометрии, относительную токсичность методом биотестирования на семенах редиса и проростках кресс-салата [5, 6, 7, 8].

Результаты и их обсуждение

Снежный покров в изучаемых парках отличался по показателям рН, который варьировал в интервале 5,85 - 6,65. Практически на всех пробных площадях реакция снеговой воды была слабокислой. Только на пробной площади 5 в парке им. Гагарина и пробной площади 6 в Загородном парке показатель рН снеговой воды был близок к нейтральной (табл.1). По усредненному показателю рН снеговой воды изучаемые парки образуют следующий ряд от более кислой реакции к нейтральной: парк Metallургов < Загородный парк < парк Гагарина. Полученные нами данные хорошо согласуются с данными В.П. Учватова и А.В. Учватова [9] по г. Сызрани.

Для оценки общей минерализации снега методом выпаривания талой воды на песчаной бане определяли количество сухого остатка (табл. 2). В среднем его минимальное количество было выявлено в парке Metallургов (0,23 г/л), в двух

других парках этот показатель был более высоким и достаточно сходным (0,34 и 0,37 г/л).

По отдельным пробным площадям разброс показателей минерализации оказался значительнее: от 0,11 г/л на пробной площади 4 в парке Metallургов до 0,4-0,44 г/л на одной-двух пробных площадях в каждом из парков. Изменчивость данного показателя определялась, прежде всего, близостью расположения пробной площади к автотрассам.

Таблица 1

Показатели рН жидкой фазы снега в зависимости от места его отбора

Пробная площадь №	Парк Metallургов	Парк им. Гагарина	Загородный парк
1	6,05	6,35	6,5
2	5,85	6,4	5,95
3	6	6,25	6,35
4	6,4	6,4	6,05
5	6,4	6,65	6,1
6	-	6,5	6,6
7	-	-	6,5
Среднее по парку	6,14	6,43	6,29

Таблица 2

Показатель общей минерализации жидкой фазы снега в зависимости от места его отбора, г/л

Пробная площадь №	Парк Metallургов	Парк им. Гагарина	Загородный парк
1	0,16	0,34	0,36
2	0,26	0,4	0,32
3	0,17	0,34	0,28
4	0,11	0,32	0,32
5	0,44	0,38	0,38
6	-	0,44	0,32
7	-	-	0,4
Среднее по парку	0,23	0,37	0,34

Среднее содержание тяжелых металлов в жидкой фазе снега из парков г. Самары представлено в табл. 3. Для всех рассматриваемых парков по величине среднего содержания в жидкой фазе снега, исследуемые химические элементы образуют следующий убывающий ряд: $Zn > Cu > Cr > Pb > Ni > Cd$ (табл. 3). Оценка суммарного показателя содержания тяжелых металлов в жидкой фазе снега показала, что наибольшее загрязнение атмосферного воздуха характерно

для парка Металлургов, наименьшее – для Загородного парка. Парк им. Гагарина характеризуется средним уровнем полиметаллического загрязнения атмосферы.

Полученные результаты вполне объяснимы и связаны с особенностями географического положения парков относительно объектов, загрязняющих урбосреду тяжелыми металлами (промышленных предприятий и автомагистралей). Так, парк Металлургов непосредственно примыкает к территории металлургического завода и шоссе, а парк им. Гагарина со всех сторон окружен автомагистралями. В отличие от парка Металлургов и парка им. Гагарина, Загородный парк удален от промышленных предприятий – источников загрязнения – и только с восточной стороны имеет выход к крупной автомагистрали. Кроме того, Загородный парк своей западной частью выходит к берегу Саратовского водохранилища и широко открыт действию ветров западно-восточного переноса, очищающих атмосферу и препятствующих загрязнению территории парка со стороны автомагистрали.

Таблица 3

**Средние показатели содержания тяжелых металлов в жидкой фазе
снега и их ПДК [10], мг/л**

Вариант	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr	Сумма
Парк Металлургов	1,36	0,87	0,29	0,19	0,21	0,38	3,30
Парк им. Гагарина	0,51	0,38	0,17	0,075	0,13	0,26	1,53
Загородный парк	0,28	0,14	0,07	0,018	0,065	0,12	0,69
ПДК	1,0	1,0	0,03	0,001	0,1	0,5	-

Поэлементный анализ химического состава жидкой фазы снега показал следующее. Во всех парках содержание Cu и Cr в снеговой воде не превышало ПДК. По содержанию Zn превышение ПДК в 1,36 раза было установлено в снеговой воде из парка Металлургов, в остальных парках оно соответствовало норме. Концентрация Ni в пробах снега была выше ПДК в 2,1 раза для парка Металлургов, в 1,3 раза для парка им. Гагарина и соответствовала норме в пробах из Загородного парка. Содержание Pb в пробах снега из всех рассматриваемых парков было существенно выше ПДК: в 9,7 раза – из парка Металлургов, в 5,7 раза – из парка им. Гагарина, в 2,3 раза – из Загородного парка. Особенно тревожная ситуация сложилась с концентрацией Cd в снежном покрове всех изученных парков. Его ПДК в парке Металлургов была превышена в 190 раз, в парке им. Гагарина – в 75 раз, в Загородном парке – в 18 раз (табл. 3).

Сопоставление полученных нами данных о содержании тяжелых металлов в жидкой фазе снега из парков г.Самары с данными В.П. Учватова и А.В. Учватова [9] для зеленой зоны г.Сызрани показало, что по всем изучаемым элементам выявленные нами концентрации выше в 10-100 раз, а концентрация Cd в снежном покрове парка Металлургов – в 1000 раз.

Техногенное загрязнение снежного покрова парковых территорий может быть отражено в показателях общей токсичности снеговой воды, определяемой методом биотестирования. В наших исследованиях биотестирование осуществляли на семенах редиса и проростках кресс-салата. В качестве контроля служила дистиллированная вода. Полученные результаты представлены в табл.4 и 5.

Достоверное ингибирующее воздействие на прорастание семян редиса оказывала снеговая вода с пробных площадей 1 и 3 в парке Metallургов, с пробных площадей 2 и 5 – в парке Гагарина, с пробных площадей 3, 6 и 7 – в Загородном парке. Средние показатели всхожести семян редиса по всем трем вариантам были очень близки и примерно на 20 % уступали контролю, что свидетельствует о слабом, но достоверном проявлении токсичности анализируемых проб снега (табл.4).

Таблица 4

Средние показатели всхожести семян редиса в зависимости от места отбора снега, в % от контроля

Пробная площадь №	Парк Metallургов	Парк им. Гагарина	Загородный парк
1	56,25	93,75	85,42
2	97,92	68,75	95,83
3	70,83	85,42	62,50
4	93,75	93,75	93,75
5	87,50	47,92	100,00
6	-	93,75	66,67
7	-	-	50,00
Среднее по парку	81,25	80,56	79,17

Таблица 5

Средние показатели изменения длины корня и стебля проростков кресс-салата в зависимости от места отбора снега, в % от контроля

Пробная площадь №	Парк Metallургов		Парк Гагарина		Загородный парк	
	корень	стебель	корень	стебель	корень	стебель
1	99,14	94,57	116,58	103,04	129,00	102,87
2	91,79	96,41	112,81	105,59	144,79	119,70
3	103,51	105,66	73,04	86,17	150,75	121,42
4	159,98	141,41	136,43	110,34	142,53	112,74
5	101,22	102,96	90,52	87,76	110,96	114,00
6	-	-	93,13	96,79	97,45	105,71
7	-	-	-	-	96,15	93,33
Среднее по парку	111,13	108,20	103,75	98,28	124,52	109,97

Снеговая вода со всех рассматриваемых пробных площадей достоверно не оказывала ингибирующего действия на рост корней и стеблей проростков кресс-салата. В эксперименте проявлялись как слабые тенденции ингибирования ростовых процессов, так и стимулирующий эффект. Последний особенно четко зафиксирован в вариантах с ростом корней проростков кресс-салата на снеговой воде из Загородного парка, а также по некоторым пробным площадям двух других парков. Эффекты стимуляции ростовых процессов могут быть объяснены особенностями химического состава снеговой воды, в которой присутствуют необходимые микроэлементы (Zn, Cu, Ni), а также, возможно, высоким содержанием азота.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования показали, что снежный покров крупных парков, расположенных в наиболее заселенных и промышленно освоенных районах г.Самары, характеризуется слабоокислой реакцией жидкой фазы, средним уровнем минерализации, высоким содержанием некоторых тяжелых металлов (Pb, Ni, Cd) и проявляет слабую общую токсичность. Максимальное содержание тяжелых металлов выявлено в снежном покрове парка Металлургов. В целом по загрязнению атмосферы тяжелыми металлами изученные парки образуют следующий ряд: парк Металлургов > парк им. Гагарина > Загородный парк. Общей особенностью жидкой фазы снега в парках г.Самары является очень высокое содержание Cd, превышающее ПДК в 18-190 раз.

Литература

- [1] Курбатова, А.С. Экология города / А.С. Курбатова, В.Н. Башкин, Н.С. Касимов. – М.: Научный мир, 2004. – 624 с.
- [2] Строкина, Н.О. Эколого-геохимические особенности городской среды // Наука. Творчество: материалы молодежной научной конференции Самарского муниципального университета Наяновой, 27 апреля 2005 г. – Самара, 2005. – 220 с.
- [3] Протасов, В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России / В.Ф. Протасов. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 672 с.
- [4] Ажаев, Г.С. Оценка экологического состояния г.Павлодара по данным геохимического изучения жидких и пылевых атмосферных выпадений: автореф. дис. ... канд. биол. наук. / Г.С. Ажаев – Томск, 2007. – 25 с.
- [5] Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. – М.: Минздрав СССР, 1990. – 16 с.
- [6] Другов, Ю.С. Пробоподготовка в экологическом анализе / Ю.С. Другов, А.А. Родин. – СПб.: Анатолия, 2002. – 755 с.
- [7] Руководящий документ. Руководство по контролю загрязнения атмосферы РД52.04186-89 / Государственный комитет СССР по гидрометеорологии.

- Министерство здравоохранения СССР. – М.: Гидрометеиздат, 1991. – 319 с.
- [8] Практикум по агрохимии / под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 304 с.
- [9] Учватов, В.П. Биогеохимия тяжелых металлов в ландшафтах Среднего Поволжья / В.П. Учватов, А.В. Учватов // Тяжелые металлы в окружающей среде: матер. междунар. симпозиума. – Пущино: Изд-во ОНТИ НЦБИ, 1997. – С. 145-164.
- [10] СП2.1.41075-01. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Зоны санитарной охраны источников питьевого водоснабжения г.Москвы. Справочник. – М, 1994.

Статья поступила в редакцию 26/XII/2006;
в окончательном варианте – 26/XII/2006.

CONCERNING THE GEOCHEMICAL FEATURES OF SNOW OVER IN SAMARA CITY PARKS¹

© 2007 N.A. Rogulyova², N.V. Prokhorova³

The geochemical features and total toxicity of snow liquid phase from three Samara city parks were studied. The pollution of atmospheric air in parks by heavy metals was demonstrated and the possible connections of pollution level with geographical position and ecological features of nearest territories are discussed.

Paper received 26/XII/2006.

Paper accepted 26/XII/2006.

¹ Communicated by Dr. Sci. (Biology) Prof. L.M. Kavelenova.

² Rogulyova Natalya Olegovna (strona@yandex.ru), Botanical Garden of Samara State University, 443086, Russia, Samara, Moskovskoye Shosse, 36.

³ Prokhorova Natalya Vladimirovna (ecology@ssu.samara.ru), Dept. of Ecology, Botany and Environmental Protection, Samara State University, 443011, Russia, Samara, Academic Pavlov St., 1.