

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ И БИТОКСИЧНОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ПАРКОВ Г. САМАРЫ

© 2009 Н.О. Рогулева¹

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

Ключевые слова: биотоксичность, тяжелые металлы, техногенное загрязнение.

Введение

Как показывают многолетние исследования, зимой наблюдается повышение концентрации различных химических веществ в атмосфере, обусловленное ухудшением метеорологических условий рассеяния примесей, увеличением количества промышленных выбросов, замедлением химических процессов трансформации веществ при низкой температуре воздуха. По этим причинам в снежном покрове городов накапливается основная масса атмосферных поллютантов [4–7].

Снежный покров обладает высокой сорбционной способностью и является наиболее информативным объектом при выявлении техногенного загрязнения атмосферы. К тому же он 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 [1].

В настоящее время практически нет доступных данных о загрязнении снегового покрова в промышленных городах Самарской области. Это определило актуальность наших исследований, в основу которых положены материалы по четырем наиболее крупным и значимым городским паркам г. Самары [5–7].

¹Рогулева Наталья Олеговна (strona@yandex.ru), Ботанический сад Самарского государственного университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 36.

Условия, объекты и методы исследования

Наши исследования проводились в четырех парковых насаждениях г. Самары в конце февраля 2007 и 2008 годов: парке Metallургов, парке им. Ю.А. Гагарина, Загородном парке, Ботаническом саду. В качестве контроля использовали участок лесопосадок вне городской черты близ с. Красный Яр.

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

Результаты и их обсуждение

Снежный покров в изучаемых парках отличался по показателям рН, который варьировался в интервале 4,93–6,60. Практически на всех пробных площадях реакция снеговой воды была слабокислой. В 2007 году показатель рН талой снеговой воды на всех участках, кроме Красного Яра, был выше фонового. В 2008 году показатель рН, напротив, на всех участках, кроме парка Гагарина, был ниже фона (рН = 5,96). В целом следует отметить, что кислотность талой снеговой воды в 2008 году была выше, чем в 2007 году (табл. 1).

Таблица 1

Показатели рН жидкой фазы снега пробных площадей в 2007 и 2008 гг.

Красный Яр		Парк Metallургов		Парк Гагарина		Загородный парк		Ботанический сад	
2007г.	2008г.	2007г.	2008г.	2007г.	2008г.	2007г.	2008г.	2007г.	2008г.
5,77	4,93	6,14	5,40	6,43	6,09	6,29	5,41	6,60	5,73

Для оценки общей минерализации снега определяли количество сухого остатка (рис. 1). Его минимальное количество было выявлено на участке возле Красного Яра и в парке Metallургов, в трех других парках этот показатель был более высоким. Показатель общей минерализации снега в 2007 году на всех участках был ниже фона, а в 2008 году в парке Гагарина, Загородном парке и Ботаническом саду — выше фонового уровня. На всех участках в 2008 году количество сухого остатка возросло по сравнению с 2007 годом (рис. 1).

Оценка суммарного показателя содержания тяжелых металлов в жидкой фазе снега показала, что по степени загрязнения атмосферного воздуха участки образуют следующий ряд: парк Metallургов > Красный Яр >

Рис. 1. Изменение количества сухого остатка жидкой фазы снега в зависимости от места и времени отбора проб

парк Гагарина > Ботанический сад > Загородный парк. По сравнению с 2007 годом, загрязнение снеговой воды тяжелыми металлами в 2008 году существенно возросло на всех участках. В 2007 году полиметаллическое загрязнение превышало фоновую концентрацию только в парке Металлургов, в 2008 году превышение фоновой концентрации наблюдали уже на трех участках: Красный Яр, парк Металлургов, парк Гагарина (рис. 2).

Рис. 2. Полиметаллическое загрязнение жидкой фазы снега на исследуемых участках в 2007 и 2008 гг.

По результатам анализа снегового покрова установлено, что из исследуемых металлов больше всего загрязняют цинк (47 %), медь (24 %) и свинец (14 %), на остальные металлы приходится суммарно 15 % (рис. 3). Максимальное содержание цинка наблюдали в снеговой воде из парка Металлургов, затем в порядке уменьшения концентрации в пробах из окрестностей с. Красный Яр, парка Гагарина, Ботанического сада и Загородного парка. Содержание цинка на всех участках значительно возросло в 2008 году по сравнению с 2007 годом. Если в 2007 году ПДК был превышен только в парке Металлургов (в 1,36 раза), то в 2008 году превышение ПДК наблюдали на всех исследуемых участках: в парке Металлургов в 2,7 раза, в Красном Яре в 2,5 раза, в парке Гагарина в 1,8 раза, в Загородном парке и Ботаническом саду в 1,2 раза (табл. 2).

Рис. 3. Доля каждого из исследуемых тяжелых металлов в общем загрязнении снеговой воды

Максимальное содержание меди наблюдали в снеговой воде из парка Металлургов, затем в порядке уменьшения концентрации в пробах из окрестностей с. Красный Яр, парка Гагарина, Ботанического сада и Загородного парка. Содержание меди на всех участках возросло в 2008 году по сравнению с 2007 годом. Превышение ПДК в 1,3 раза было зафиксировано только в парке Металлургов в 2008 году (табл. 2).

Максимальное содержание свинца наблюдали в снеговой воде из парка Металлургов, затем в порядке уменьшения концентрации в пробах из окрестностей с. Красный Яр, парка Гагарина, Загородного парка и Ботанического сада. Содержание свинца на всех участках значительно возросло в 2008 году по сравнению с 2007 годом. В период исследований (в 2007 и 2008 годах соответственно) показатель ПДК был превышен на всех участках: в парке Металлургов в 29 и 72 раза, в Красном Яре в 36 и 64 раза, в парке Гагарина в 17 и 58 раз, в Загородном парке в 7 и 47 раз, в Ботаническом саду в 12 и 42 раза (табл. 2).

Максимальное содержание кадмия наблюдали в снеговой воде из парка Металлургов, затем в порядке уменьшения концентрации на участке возле с. Красный Яр, в парке Гагарина, Ботаническом саду и в Загородном парке. Содержание кадмия на всех участках возросло в 2008 году по сравнению с 2007 годом. В период исследований (в 2007 и 2008 годах соответственно) показатель ПДК кадмия был превышен на всех участках: в парке Металлургов в 190 и 260 раз, в Красном Яре в 50 и 170 раз, в парке Гагарина в 75 и 130 раз, в Ботаническом саду в 56 и 107 раз, в Загородном парке в 18 и 95 раз (табл. 2).

Максимальное содержание никеля было выявлено в снеговой воде из парка Металлургов, затем в порядке уменьшения концентрации в пробах из окрестностей с. Красный Яр, Ботанического сада, парка Гагарина и Загородного парка. Содержание никеля возросло в 2008 году в Загородном парке и Ботаническом саду и уменьшилось в парке Металлургов, парке Гагарина и Красном Яре по сравнению с 2007 годом. В период исследова-

ний (в 2007 и 2008 годах соответственно) показатель ПДК был превышен на всех участках: в парке Metallургов в 10,5 и 6 раз, в Красном Яре в 8,5 и 7,5 раза, в парке Гагарина в 6,5 и 5 раз, в Ботаническом саду в 5,5 и 8 раз, в Загородном парке в 3,25 и 6 раз (табл. 2).

Максимальное содержание хрома наблюдали в снеговой воде из парка Metallургов, затем в порядке уменьшения концентрации в пробах из окрестностей с. Красный Яр, Ботанического сада, парка Гагарина и Загородного парка. Содержание хрома на всех участках значительно снизилось в 2008 году по сравнению с 2007 годом. В период исследований показатель ПДК хрома был превышен на всех участках, кроме контрольного участка (с. Красный Яр) и парка Гагарина в 2008 году. Превышение ПДК хрома (в 2007 и 2008 годах соответственно) составило в парке Metallургов в 7,6 и 1,74 раза, в Загородном парке в 2,4 и 1,44 раза, в Ботаническом саду в 4,6 и 1,8 раза. В 2007 году превышения ПДК хрома составили в пробах из окрестностей с. Красный Яр в 6,6 раза и в парке Гагарина в 5,2 раза (табл. 2).

Таблица 2

Содержание исследуемых металлов в жидкой фазе снега и их ПДК, мг/л

Участки/ год	Zn		Cu		Pb		Cd		Ni		Cr	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Красный Яр	0,95	2,5	0,72	0,97	0,36	0,64	0,05	0,17	0,17	0,15	0,33	0,052
Парк Metallургов	1,36	2,7	0,87	1,3	0,29	0,72	0,19	0,26	0,21	0,12	0,38	0,087
Парк Гагарина	0,51	1,8	0,38	0,77	0,17	0,58	0,075	0,13	0,13	0,1	0,26	0,046
Загородный парк	0,28	1,2	0,14	0,55	0,07	0,47	0,018	0,095	0,065	0,12	0,12	0,072
Ботанический сад	0,46	1,2	0,27	0,6	0,12	0,42	0,056	0,107	0,11	0,16	0,23	0,09
ПДК	1*		1**		0,01*		0,001*		0,02*		0,05**	

Примечание: жирным шрифтом выделены значения, превышающие ПДК: * по ГН 2.1.5.1315-03; ** по ГН 2.1.5.2280-07.

Полученные результаты вполне объяснимы и связаны с особенностями географического положения изучаемых участков относительно объектов, загрязняющих урбосреду тяжелыми металлами (промышленных предприятий и автомагистралей). Так, парк Metallургов непосредственно примыкает

к территории металлургического завода и шоссе, а парк им. Гагарина и Ботанический сад со всех сторон окружены автомагистралями, вдоль лесополосы у с. Красный Яр проходит оживленная Уфимская трасса. Загородный парк удален от промышленных предприятий 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.

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 (*Raphanus sativus L. var radicola Pers.*) и проростках кресс-салата (*Lepidium sativum L.*). В качестве чистого контроля служила дистиллированная вода.

Всхожесть семян редиса колебалась в пределах от 64,06 до 158,18 % от контроля. Достоверно ингибирующее воздействие на прорастание семян оказывала снеговая вода, отобранная в 2007 году, в 2008 году снеговая вода со всех участков оказывала стимулирующее воздействие на прорастание семян редиса. Как в 2007, так и в 2008 годах хуже всего проросли семена редиса на снеговой воде из Ботанического сада (рис. 4)

Рис. 4. Средние показатели всхожести семян редиса в зависимости от места отбора снега, в % от контроля

Длина стеблей проростков кресс-салата изменялась от 89,8 до 109,97 % от контроля. Минимальной длиной стеблей как в 2007, так и в 2008 годах обладали проростки кресс-салата на снеговой воде из окрестностей с. Красный Яр. Снеговая вода со всех рассматриваемых участков достоверно не оказывала ингибирующего действия на рост стеблей проростков кресс-салата (рис. 5).

Длина корней проростков кресс-салата изменялась от 95,17 до 138,50 % от контроля. Минимальной длиной как в 2007, так и в 2008 годах обладали корни растений кресс-салата на снеговой воде контрольного варианта.

Рис. 5. Изменение длины стеблей растений кресс-салата в зависимости от места и времени отбора снега

Снеговая вода со всех рассматриваемых участков достоверно не оказывала ингибирующего действия на рост корней проростков кресс-салата, стимулирующий эффект особенно четко зафиксирован в вариантах с ростом корней проростков кресс-салата на снеговой воде из Загородного парка, а также парка Metallургов и Ботанического сада в 2008 году (рис. 6).

Рис. 6. Изменение длины корней растений кресс-салата в зависимости от места и времени отбора снега

Заключение

Таким образом, проведенные исследования показали, что снежный покров крупных парков, расположенных в наиболее заселенных и промышленно освоенных районах г. Самары, характеризуется слабокислой 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 Metallургов. В целом по загрязнению атмосферы тяжелыми металлами изученные пробные площади образуют следующий ряд: парк Metallургов > Красный Яр > парк им. Гагарина > Ботанический сад > Загородный парк.

Литература

- [1] Ажаев Г.С. Оценка экологического состояния г. Павлодара по данным геохимического изучения жидких и пылевых атмосферных выпадений: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2007. 25 с.
- [2] ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования // Справочно-правовая система "КонсультантПлюс".
- [3] ГН 2.1.5.2280-07. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования // Справочно-правовая система "КонсультантПлюс".
- [4] Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. М.: Финансы и статистика, 1999. 672 с.
- [5] Роголева Н.О., Н.В. Прохорова. Эколого-геохимические особенности снежного покрова парков города Самары // Вестник Самарского государственного университета. 2007. № 8 (58). С. 206–212.
- [6] Роголева Н.О. Эколого-геохимические особенности снежного покрова парков г. Самары // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития: материалы международной научно-практической конференции. Одесса, 2007. Т. 15. С. 63–64.
- [7] Роголева Н.О. К вопросу о биотоксичности снежного покрова городских парков // Экологический сборник 2: труды молодых ученых Поволжья / под ред. проф. С.В. Саксонова. Тольятти: ИЭВБ РАН; Касандра, 2009. С. 152–157.

Поступила в редакцию 19/II/2009;
в окончательном варианте — 19/II/2009.

**THE ESTIMATION OF POLLUTION AND BIOTOXICITY
OF SNOW COVER IN THE PARKS OF SAMARA CITY**© 2009 N.O. Rogulyova²

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

Key words and phrases: biotoxicity, heavy metals, anthropogenic pollution.

Paper received 19/II/2009.

Paper accepted 19/II/2009.

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