

## СОДЕРЖАНИЕ НАТРИЯ, ХЛОРИДОВ И СУЛЬФАТОВ В ПОЧВАХ Г. МИНСКА

Г.В. Пироговская, С.С. Хмелевский  
*Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь*

### ВВЕДЕНИЕ

Источники поступления водорастворимых компонентов в городские почвы весьма разнообразны и включают атмосферные выпадения, сточные воды, выбросы промышленных предприятий и бытовые отходы, противогололедные смеси (в зимний период) и трансграничный перенос. Имеющиеся к настоящему времени сведения о содержании компонентов солевого состава в почвах урбанизированных ландшафтов свидетельствуют о накоплении их в верхних слоях почв, несмотря на их высокую миграционную способность [1, 2, 3, 4].

Основными водорастворимыми соединениями, загрязняющими городские почвы, являются натрий, хлориды, сульфаты, соединения фтора и др. На характер загрязнения почв придорожных полос водорастворимыми соединениями влияет рельеф местности, наличие строений, продолжительность снежного периода, количество выпавших осадков, интенсивность транспортного движения, а также и другие факторы [1, 5].

Отечественными и зарубежными исследователями отмечено, что натрий и хлориды накапливаются в почвах вдоль автодорог в основном за счет противогололедных реагентов, и в частности, хлорида натрия (песчано-галитные смеси), который в России и Беларуси занимает более 90% от общего количества применяемых солевых антифризов [1, 2, 3, 4]. Поступление их в почву зависит от периодичности внесения противогололедных реагентов и их суммарных количеств, которые меняются от года к году и во многом зависят от конкретных погодных условий.

Сульфаты являются также водорастворимыми загрязнителями почвенного покрова в городских условиях. Основными источниками их поступления являются выбросы промышленных предприятий. В атмосферу поступают соединения серы, которые представляют собой фазовые смеси газов и аэрозолей, состоящих из золы, пыли, туманов. При этом соединения серы, выводятся из атмосферы двумя путями: сухим выпадением и мокрым – с осадками [6].

Целью наших исследований – являлась оценка загрязнения городских почв (на примере г. Минска) водорастворимыми соединениями (натрий, хлориды, сульфаты) на разных удалениях от автомобильной дороги.

### МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Оценка содержания водорастворимых соединений (2006-2008 гг.) в городских почвах осуществлялась на пяти объектах в г. Минске: Центральный ботанический сад ЦБС; улица Сурганова; проспект Победителей; улица Ваупшасова (район Тракторного завода); территория вдоль МКАД (выезд на п. Ждановичи).

Для выявления очагов загрязнения почв водорастворимыми соединениями была принята система наблюдений по профилям, ориентированным перпендикулярно к направлению автомобильных дорог. Почвенные образцы отбирались (весной и осенью) на разном удалении от автомобильной дороги (от 1 до 150 м) с верхнего (0-25 см) и нижележащего (26-50 см) слоя почв, в которых контролировалось содержание водорастворимого и обменного натрия, хлоридов и сульфатов.

Определение содержания водорастворимого натрия проводилось согласно ГОСТ 26427-85, обменного натрия – методом пламенной фотометрии (ГОСТ 26950-86), хлоридов – методом прямой ионометрии (ГОСТ 26425-85), сульфатов – фотометрическим методом (ГОСТ 26426-85).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Натрий водорастворимый и обменный.** Валовое содержание натрия в верхних горизонтах почв сравнительно невелико и изменяется в зависимости от типа почвы и ее гранулометрического состава и находится в пределах от 0,34 до 1,88% [7]. Натрий в почвах образует преимущественно легкорастворимые соли, находится в основном в водорастворимой и обменной формах, обладает высокой миграционной способностью в почвенном профиле [2].

Известно, что в почвах с высокой концентрацией солей натрия существенно изменяются и физико-химические свойства. При этом происходит разрушение гумусовых и минеральных агрегатов в пахотном слое почвы, нарушается соотношение катионов в почвенном поглощающем комплексе, увеличивается растворимость органических и минеральных соединений почвы в результате смещения

уровня pH в сторону щелочной реакции, что, в свою очередь, приводит к диспергированию почвенных коллоидов, а в растениях происходят нарушения физиолого-биохимических процессов.

Вместе с тем, в литературных источниках относительно мало сведений о загрязнении почв натрием, к тому же, для них не разработаны градации по загрязнению почв, и нет данных о допустимых концентрациях этого элемента в почве.

Определение содержания водорастворимого и обменного натрия в почвах свидетельствует, что наибольшие концентрации как водорастворимого, так и обменного натрия, на всех объектах, отмечались в весенний период. К осени прослеживалась тенденция к снижению в почве натрия (на расстояниях до 10 м от автодороги) в обоих слоях почвы, и, в большей степени, в верхнем слое почвы (0-25 см). Выявлено также, что максимальные концентрации натрия в почвах исследуемых объектов в весенний период наблюдались в 2006 г. по сравнению с 2007-2008 гг. Это объясняется более длительным снежным периодом в 2006 г. (декабрь-март), и, соответственно, суммарным количеством внесенных противогололедных реагентов, которые, как известно, являются основными "поставщиками" натрия в почвы придорожных полос.

Более наглядно распределение водорастворимого и обменного натрия на разных объектах и удалениях от автомобильной дороги в весенний период представлено на рис. 1-2.

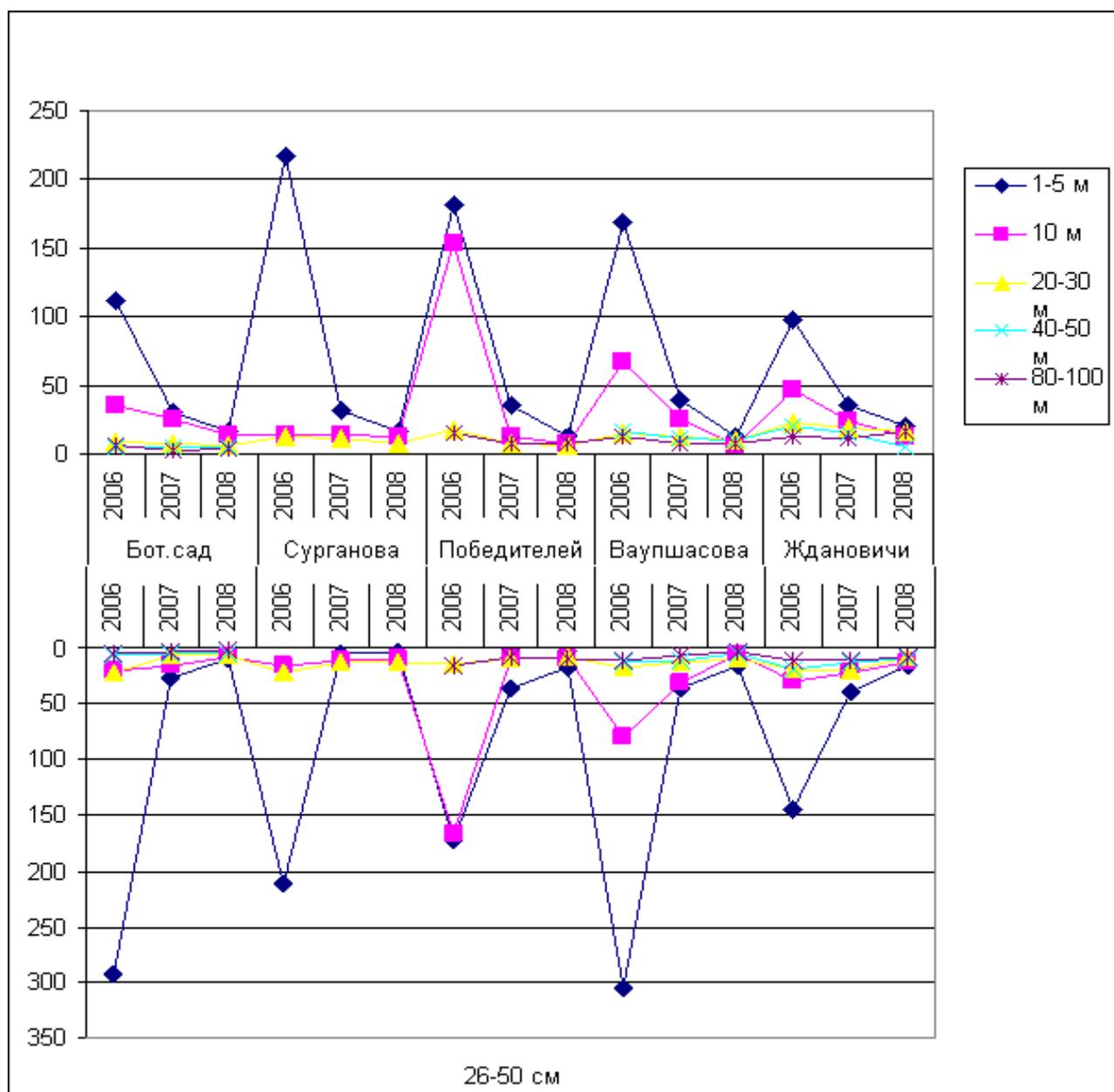


Рис. 1. Содержание водорастворимого натрия в почве в весенний период, мг/кг (2006-2008 гг.)

Установлено, что наибольшее содержание в почвах натрия на объектах наблюдений в г. Минске отмечалось на расстоянии от 1 до 10 м от автомобильной дороги, с максимумом на расстоянии 1-5 м. Например, более высокие концентрации водорастворимого натрия в слое почв 0-25 см на расстоянии до 5 м от дороги наблюдались в весенний период в 2006 г. по ул. Сурганова – 216,9 мг/кг почвы, далее по убывающей на проспекте Победителей – 181,8, ул. Ваупшасова – 168,4 на территории Центрального ботанического сада – 112,1 и на объекте МКАД (выезд в п. Ждановичи) – 98,2 мг/кг. На расстоянии 10 м от автодороги концентрации водорастворимого натрия составляли соответственно: 13,6; 153,3; 67,6; 36,0 и 47,5 мг/кг почвы (рис. 1).

Что касается обменного натрия, то прослеживалась аналогичная закономерность в слое почвы 0-25 см, наибольшие его концентрации фиксировались на всех объектах исследований на расстояниях 1-5-10 м от дороги. Так, на объекте по ул. Сурганова содержание обменного натрия составляло 691,1 (1-5 м от автодороги) и 20,2 (10 м) мг/кг почвы соответственно, по ул. Ваупшасова – 386,1 и 98,4, на территории Центрального ботанического сада – 345,7 и 45,6, по проспекту Победителей – 206,9 и 337,2, на объекте МКАД (выезд в п. Ждановичи) – 184,8 и 58,7 мг/кг почвы (рис. 2).

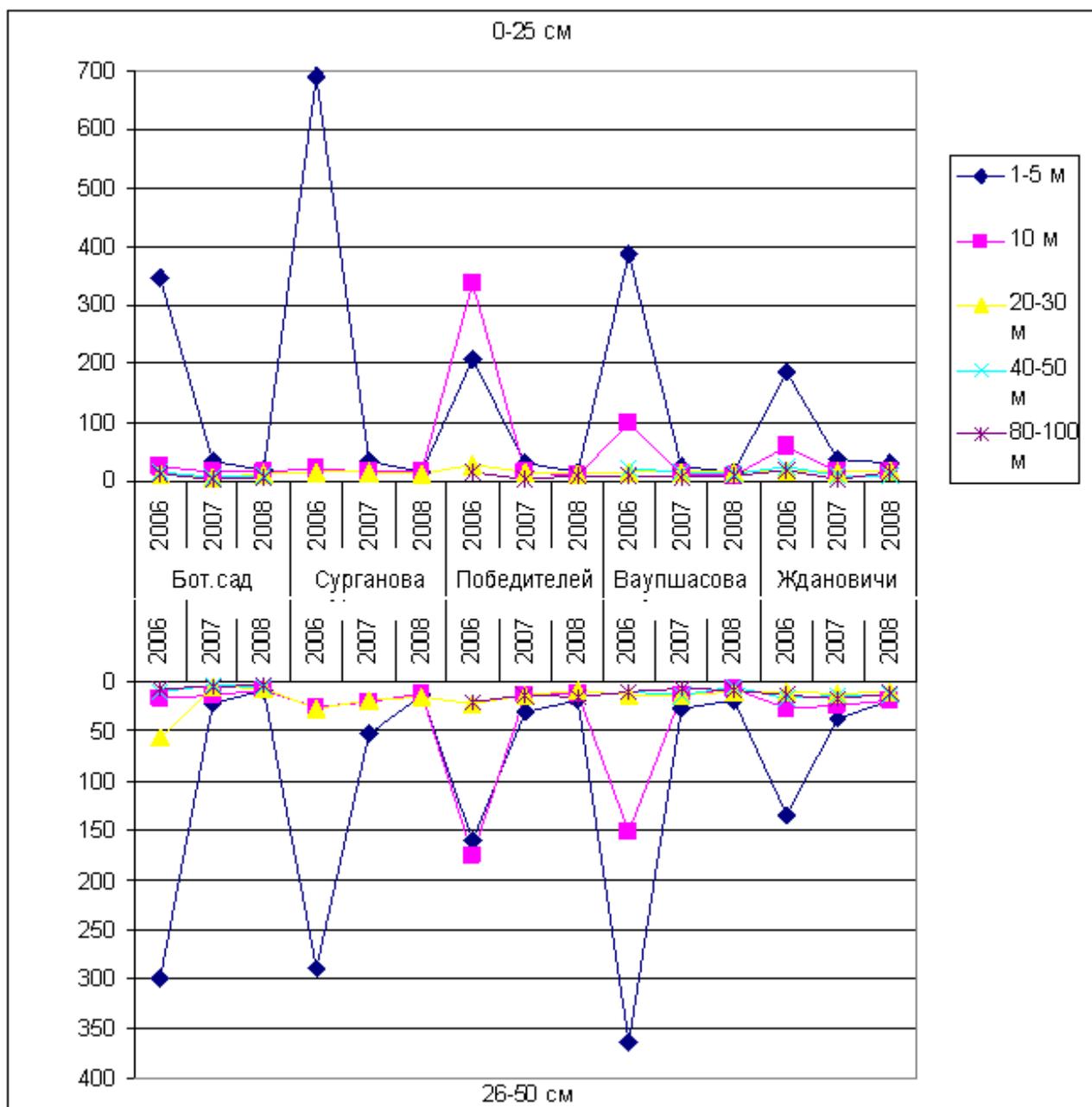


Рис. 2. Содержание обменного натрия в почве в весенний период, мг/кг (2006-2008 гг.)

По распределению водорастворимого и обменного натрия слое 26-50 см наблюдались аналогичные закономерности. Концентрации водорастворимого натрия на расстоянии 1-5 м находились, в зависимости от объекта исследований, в пределах от 144,3 до 304,8 мг/кг почвы, а на расстоянии 10 м –

15,4-166,5 мг/кг. Содержание обменного натрия составляло по ул. Сурганова на этих расстояниях – 289,2 и 25,5 мг/кг, по проспекту Победителей – 160,3 и 174,5, по ул. Ваупшасова – 364,2 и 151,4, на территории Центрального ботанического сада – 300,2 и 17,7, на объекте МКАД (выезд в п. Ждановичи) – 135,2 и 27,5 мг/кг почвы соответственно.

Следует отметить, что доля водорастворимого натрия от обменного на объектах исследований в верхнем слое почв в весенний период на расстоянии до 100 м от автодороги изменялась в пределах от 23,9 до 61,9%. При этом его концентрации в весенний период в слое почвы 0-25 см на расстоянии 1-5 м от дороги располагались по убывающей в следующем порядке: ул. Сурганова – 88,3 мг/кг почвы (среднее за 2006-2008 гг.), ул. Ваупшасова – 73,5, пр-т Победителей – 73,3, территория Центрального ботанического сада – 53,0 и МКАД (п. Ждановичи) – 50,7 мг/кг почвы; соответственно на 10 м от дороги – от 31,3 до 48,3%, при содержании его на пр-те Победителей – 57,8, ул. Ваупшасова – 27,9, МКАД (п. Ждановичи) – 24,8, Центральном ботаническом саду – 16,0 и ул. Сурганова – 13,6 мг/кг почвы. На расстоянии 20-30 м от дороги, в зависимости от объекта исследований, содержание водорастворимого натрия изменялось в пределах от 7,6 до 16,5 мг/кг почвы, при этом он занимал от 34,7 до 48,7% от обменного, а на расстоянии 100 м от дороги – от 4,3 до 13,7 мг/кг и 39,7-45,4%.

Известно, что в настоящее время отсутствуют нормативы по допустимым концентрациям водорастворимых форм натрия, хлоридов и сульфатов для оценки степени загрязнения ими почв.

Согласно Постановления Совета Министров РБ № 1042 от 17.07.2008 г. «Положение о порядке исчисления размера возмещения вреда, причиненного окружающей среде, и составления акта об установлении факта причинения вреда окружающей среде», степень загрязнения земель водорастворимыми компонентами принято оценивать по кратному превышению фактического содержания этих компонентов над их фоновыми содержаниями. Степень деградации земель ранжируется как низкая (2,1-10,0 кратность, раз), средняя (10,1-40,0), высокая (40,1-100,0) и очень высокая – более 100,0 раз. Если условно содержание водорастворимого и обменного натрия на расстоянии 100 м от автодороги принять как фоновое, то степень деградации почв натрием средняя (1-5 м от дороги) по ул. Сурганова (в 12,2 раз превышение водорастворимого натрия и в 18,1 раз обменного натрия), а на остальных объектах – степень деградации почв низкая.

На расстоянии до 5 м от дороги на всех объектах исследований к осени (2006-2007 гг.) уменьшается содержание как водорастворимого (до 2,3 раза), так и обменного натрия (в 1,1-3,4 раз), и на 10 м от дороги – 1,6-2,8 и 1,1-4,2 раз только по пр-ту Победителей, ул. Ваупшасова и на объекте МКАД (выезд в п. Ждановичи). В 2008 г. этой закономерности не прослеживается.

Полученные закономерности в распределении натрия в зависимости от удаленности от автодороги и сезонности года отмечаются и другими исследователями [2,3].

**Хлориды.** Особенности миграции ионов хлора в почвенном профиле определяются гранулометрическим составом почвенных горизонтов, глубиной почвенного профиля, а также режимом и интенсивностью выпадения осадков [2].

В результате проведенных исследований была установлена тенденция снижения содержания хлоридов по мере удаления от автомобильной дороги, как в верхнем (0-25 см), так и в нижележащем (26-50 см) слое почвы. При этом наибольшие их содержания отмечались в почвенном профиле на удалении от 1 до 10, а в отдельных случаях и до 30 м от автомагистралей (табл. 1, рис. 3).

Загрязнение хлоридами почв придорожных полос в зависимости от объекта исследований было неодинаковым. Наибольшие содержания хлоридов в почве фиксировались в весенний период на объектах: пр-т Победителей – 273 мг/кг (0-25 см) и 244 мг/кг почвы (26-50 см) – на расстоянии 1-10 м, по ул. Сурганова – 122 мг/кг (0-25 см) и 136 мг/кг (26-50 см) – 1-5 м и на объекте МКАД (выезд на п. Ждановичи) – 71 мг/кг (0-25 см) и 99 мг/кг (26-50 см) – 1-10 м, а также в слое почвы 26-50 см по ул. Ваупшасова, на расстоянии 1-5 м от автодороги концентрации достигали до 235 мг/кг почвы (2006 г.). Высокие концентрации хлоридов на указанных объектах исследований можно объяснить, по-видимому, высокой интенсивностью автомобильного движения, что в свою очередь определяло количество израсходованных противогололедных реагентов.

Содержание хлоридов на этих объектах на удалении более 80 м от автодороги было значительно ниже: на проспекте Победителей – 38 мг/кг почвы (0-25 см) и 33 мг/кг (26-50 см), ул. Сурганова – 24 и 33 мг/кг, на МКАД (выезд на п. Ждановичи) – 14 и 14 мг/кг, ул. Ваупшасова – 19 и 24 мг/кг и на территории Центрального ботанического сада – 28 и 19 мг/кг почвы соответственно.

**Динамика изменения содержания хлоридов на объектах исследований,  
2006-2008 гг. (апрель)**

Наименование объекта/ расстояние от автодороги		1-5 м	10 м	20-30 м	40-50 м	80-100 м	1-5 м	10 м	20-30 м	40-50 м	80-100 м
		0-25 см					26-50 см				
ЦБС*	2006 г.	38	19	24	19	28	127	28	14	19	19
	2007 г.	35	17	17	10	9	56	23	17	11	9
	2008 г.	13	12	12	12	9	9	10	9	9	9
	Снижение (2008 г.) к 2006 г., раз	<b>2,9</b>	<b>1,6</b>	<b>2,0</b>	<b>1,6</b>	<b>3,1</b>	<b>14,1</b>	<b>2,8</b>	<b>1,6</b>	<b>2,1</b>	<b>2,1</b>
ул. Сурганова	2006 г.	122	28	24	19	24	136	19	24	52	33
	2007 г.	39	16	12	12	9	42	19	20	10	11
	2008 г.	12	9	9	12	9	9	11	14	9	9
	Снижение (2008 г.) к 2006 г., раз	<b>10,2</b>	<b>3,1</b>	<b>2,7</b>	<b>1,6</b>	<b>2,7</b>	<b>15,1</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>5,8</b>	<b>3,7</b>
пр-т Победителей	2006 г.	273	-	19	-	38	193	-	33	-	33
	2007 г.	47		20		15	44		19		12
	2008 г.	11	-	14	-	10	12	-	9	-	11
	Снижение (2008 г.) к 2006 г., раз	<b>24,8</b>		<b>1,4</b>	<b>-</b>	<b>3,8</b>	<b>16,1</b>		<b>3,7</b>	<b>-</b>	<b>3,0</b>
ул. Ваупшасова	2006 г.	56	61	14	14	19	235	47	24	14	24
	2007 г.	40	44	15	12	9	52	47	30	15	10
	2008 г.	9	13	11	14	9	11	14	13	11	11
	Снижение (2008 г.) к 2006 г., раз	<b>6,2</b>	<b>4,7</b>	<b>1,3</b>	<b>1,0</b>	<b>2,1</b>	<b>21,4</b>	<b>3,4</b>	<b>1,8</b>	<b>1,3</b>	<b>2,2</b>
МКАД (Ждановичи)	2006 г.	71	71	42	28	14	99	66	33	42	14
	2007 г.	34	47	20	14	10	43	49	22	19	10
	2008 г.	9	11	9	11	13	13	9	13	9	9
	Снижение (2008 г.) к 2006 г., раз	<b>7,9</b>	<b>6,5</b>	<b>4,7</b>	<b>2,5</b>	<b>1,1</b>	<b>7,6</b>	<b>7,3</b>	<b>2,5</b>	<b>4,7</b>	<b>1,6</b>

Однако следует отметить, что весной 2008 г. четкой зависимости степени загрязнения почв хлоридами от удаления от автомобильных дорог на объектах как в городе, так и на Минской кольцевой автодороге, не наблюдалось (0-50 см). При этом количество хлоридов в почвах на всех объектах исследований было минимальным и составляло от 9 до 14 мг/кг почвы. Это объясняется, по-видимому, тем, что в апреле 2008 г года выпало большое количество осадков – 106,4 мм (для сравнения в 2006 г. – 26,0, 2007 г. – 6,6 мм) и произошло вымывание хлоридов вниз по профилю почвы.

Экспериментальные данные наших исследований показывают, что наибольшее содержание хлоридов отмечалось преимущественно в нижнем слое почвы (26-50 см) на всех изучаемых объектах, по сравнению с верхним (0-25 см), что свидетельствует о высокой их подвижности и миграции в нижележащие горизонты почвы.

Аналогичные закономерности в концентрации хлоридов в почвах по годам наблюдались и в осенний период, однако количественные значения этих показателей были преимущественно (по пр-т Победителей, ул. Ваупшасова и на объекте МКАД, п. Ждановичи) ниже, чем в весенний период (рис.3).

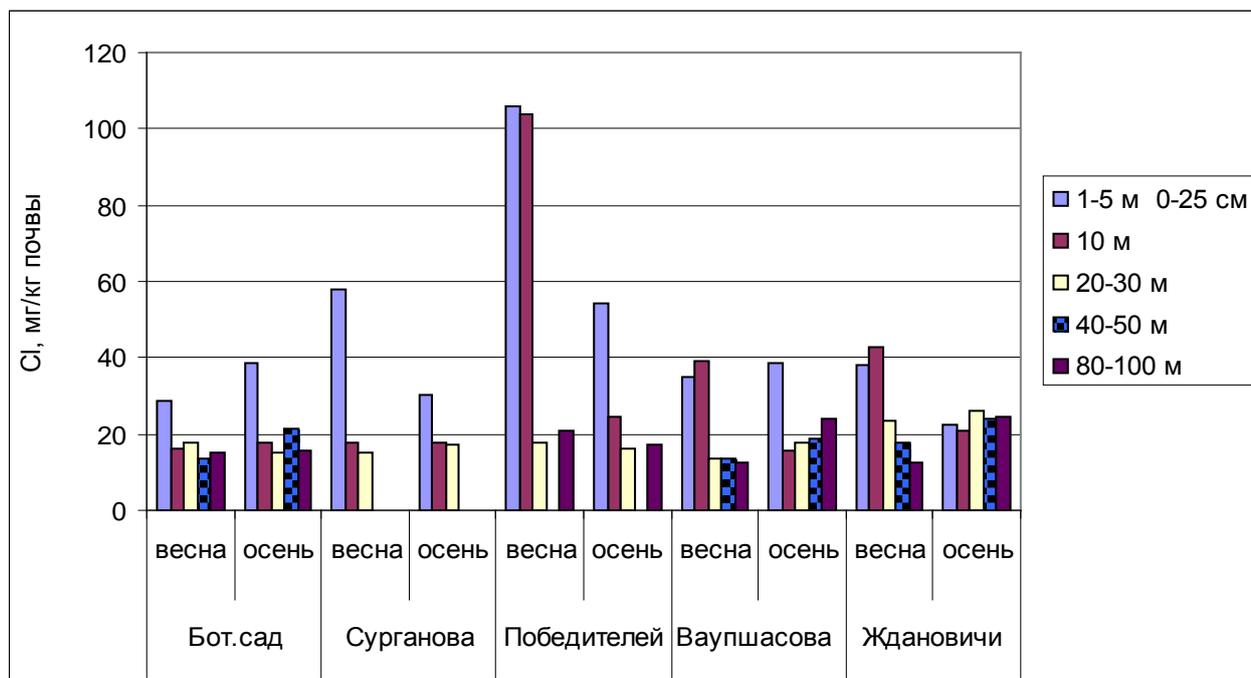


Рис. 3. Содержание хлоридов в почвах на объектах исследований, (апрель, октябрь, среднее за 2006-2008 гг).

О высокой подвижности и миграции в почве хлоридов свидетельствуют также данные о их сезонных изменениях в почвах. Например, содержание хлоридов к осени снижалось в почвах исследуемых объектов: на проспекте Победителей – в 5,6 раз (0-25 см) и 6,4 раза (26-50 см), по ул. Сурганова – 4,5 и 5,2 раза, по МКАД (выезд на п. Ждановичи) – в 5,1 и 4,9 раза, по ул. Ваупшасова – в 4,8 и 4,2 раза, на территории Центрального ботанического сада – в 3,7 и 4,1 раза соответственно.

Содержание хлоридов, как в весенний, так и осенний период, существенно различалось по годам. Например, в слое почвы 0-50 см в весенний период на объекте ЦБС содержание хлоридов было в 2007 г. – в 1,0-2,7, в 2008 г. – в 1,6-14,1 раза ниже, чем в 2006 г., соответственно на пр-т Победителей – в 2007 г. – в 1,1-4,3 раза, в 2008 г. – в 1,4-24,8 раза, по ул. Сурганова – в 2007 г. – в 1,0-4,7 раза, в 2008 г. – в 1,6-10,2 раза, по ул. Ваупшасова – в 2007 г. – в 1,0-4,7 раза, в 2008 г. – в 1,0-21,4 раза, по МКАД (выезд на п. Ждановичи) – в 2007 г. – в 1,1-5,4 раза, в 2008 г. – в 1,1-7,9 раза.

Это объясняется тем, что в 2006 г. был более продолжительный период со стабильным снежным покровом (декабрь 2005 г. – январь-март 2006 г.), по сравнению с 2007 г. (январь-февраль) и 2008 г. (февраль) и, соответственно, большим количеством израсходованных противогололедных реагентов. Последние, как известно, являются основными источниками поступления хлоридов в почвы города.

Степень деградации почв хлоридами на всех объектах исследований на расстоянии до 10 м от автодороги оценивается как низкая. Однако, на проспекте Победителей превышение показателя фоновой концентрации (100 м от дороги) составляет до 5 раз (1-10 м от дороги), ул. Сурганова – до 3,8, МКАД (п. Ждановичи) – до 3,5, ул. Ваупшасова – 3,2 и ЦБС – 1,9 раза.

**Сульфаты.** Фоновое содержание сульфатов в почвах Беларуси оценивается в 41 мг/кг почвы, в почвах городов – 25-110 мг/кг; наиболее часто встречающиеся концентрации находятся в пределах 35-70 мг/кг почвы [1]. Соединения серы поступаая из атмосферы в почву могут закрепляться в результате адсорбции в виде нерастворимых соединений, при этом ограничивается их миграция. Способность почв сорбировать сульфаты различная. Так, у почв с pH > 6 и выше, а также на почвах легкого гранулометрического состава адсорбционная способность незначительная, поскольку большинство сульфатов хорошо растворимо в воде и солевых растворах и они в значительной степени вымываются из поверхностного слоя почв в нижележащие. Отрицательное влияние, содержащих серу техногенных соединений, на почву и живые организмы проявляется в основном косвенно, когда они вызывают заметное уменьшение pH почвенного раствора или засоление, что ухудшает условия жизни почвенных микроорганизмов и зеленых насаждений [6].

В наших исследованиях установлено, что на объектах в г. Минске в почвах за годы наблюдений (2006-2008 гг.) содержание сульфатов изменялось в пределах от 13,0 до 105,9 мг/кг почвы. При этом следует отметить, что в основном содержание сульфатов в почвах соответствовало наиболее часто встречаемым концентрациям (35-70 мг/кг) в городских почвах Беларуси [1]. По данным реперной сети станций фонового мониторинга в Республике Беларусь средневзвешенное содержание сульфатов

(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) изменяется в пределах от 25,3 (Брестская область) до 95,2 (Витебская область) мг/кг почвы, а в среднем по республике 51,8 мг/кг почвы [8], табл. 2.

Таблица 2

Содержание сульфатов на объектах исследований в г. Минске, 2006,2008 гг.

Наименование объекта / расстояние от автодороги		1-5 м	10 м	20-30 м	40-50 м	80-100 м	1-5 м	10 м	20-30 м	40-50 м	80-100 м
		0-25 см					25-50 см				
Содержание сульфатов, мг/кг											
ЦБС*	2006 г. апрель	30,5	14,5	26,5	22,5	23,5	55,9	17,0	23,0	19,0	28,9
	2008 г. сентябрь	32,9	15,0	27,0	28,5	31,9	59,3	18,5	23,9	21,5	31,5
	<b>+/- к 2006</b>	<b>2,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>6</b>	<b>8,4</b>	<b>3,4</b>	<b>1,5</b>	<b>0,9</b>	<b>2,5</b>	<b>2,6</b>
ул. Сурганова	2006 г. апрель	43,9	25,5	21,5	-	-	44,9	31,5	21,0	-	-
	2008 г. сентябрь	52,0	28,9	29,5	-	-	45,0	32,9	21,5	-	-
	<b>+/- к 2006</b>	<b>8,1</b>	<b>3,4</b>	<b>8</b>	-	-	<b>0,1</b>	<b>1,4</b>	<b>0,5</b>	-	-
пр-т Победителей	2006 г. апрель	29,5	36,5	13,0	-	31,0	22,0	32,0	13,0	-	31,0
	2008 г. сентябрь	29,0	32,9	20,5	-	30,5	23,5	30,9	20,3	-	33,0
	<b>+/- к 2006</b>	<b>-0,5</b>	<b>-3,6</b>	<b>7,5</b>	-	<b>-0,5</b>	<b>1,5</b>	<b>-1,1</b>	<b>7,3</b>	-	<b>2</b>
ул. Ваупшасова	2006 г. апрель	26,5	26,0	21,9	23,0	22,5	34,5	33,5	27,0	27,4	32,0
	2008 г. сентябрь	29,9	30,0	38,0	30,5	28,5	36,5	34,5	29,0	32,0	33,4
	<b>+/- к 2006</b>	<b>3,4</b>	<b>4</b>	<b>16,1</b>	<b>7,5</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4,6</b>	<b>1,4</b>
МКАД (Ждановичи)	2006 г. апрель	89,9	23,5	47,9	105,9	14,0	52,4	37,5	39,5	39,0	31,0
	2008 г. сентябрь	95,5	40,3	59,9	90,5	31,3	55,4	38,9	42,9	45,5	32,9
	<b>+/- к 2006</b>	<b>5,6</b>	<b>16,8</b>	<b>12</b>	<b>-15,4</b>	<b>17,3</b>	<b>3</b>	<b>1,4</b>	<b>3,4</b>	<b>6,5</b>	<b>1,9</b>

Содержание сульфатов в почвах объектов исследований было неодинаковым. Так, наибольшие их концентрации наблюдались в слое почвы 0-25 см на МКАД (Ждановичи) на расстояниях 1-5 и 20-50 м от автомобильной дороги и соответствовали 47,9-105,9 мг/кг почвы. На остальных объектах исследований (территория Центрального ботанического сада, ул. Сурганова, пр-т Победителей и ул. Ваупшасова) содержание сульфатов отличалось незначительно и было в пределах от 13,0 до 59,3 мг/кг почвы.

Не выявлено четко выраженной зависимости содержания сульфатов относительно удаленности от автомобильной дороги. Так, например, на территории Центрального ботанического сада в слое почвы 0-25 см на удалении 1-5 м от автодороги содержание сульфатов составляло в 2006 г. (апрель) и 2008 г. (сентябрь) 30,5 и 32,9 мг/кг почвы; 10 м – 14,5 и 15,0; 20-30 м – 26,5 и 27,0; 40-50 м – 22,5 и 28,5 и на расстоянии 80-100 м – 23,5 и 31,9 мг/кг почвы соответственно.

Количественные показатели содержания сульфатов в почвах по годам исследований различались незначительно. Так, на объекте исследований в Центральном ботаническом саду в ходе наблюдений было установлено увеличение содержания сульфатов в слое почвы 0-50 см осенью 2008 г. по отношению к весне 2006 г. на 0,5-8,4 мг/кг почвы; на объекте по ул. Сурганова – на 0,1-8,1; по ул. Ваупшасова – 1,0-16,1; на объекте по МКАД (выезд на п. Ждановичи) – на 1,4-17,3 мг/кг, и лишь в слое почвы 0-25 см на расстоянии 40-50 м было отмечено снижение содержания сульфатов на 15,4 мг/кг почвы. На объекте исследований по проспекту Победителей в слое почвы 0-25 см отмечалось преимущественно уменьшение содержания сульфатов на 0,5-3,6 мг/кг почвы (на расстоянии 20-30 м увеличение на 7,5), а в слое почвы 26-50 см – преимущественно увеличение их содержания на 1,5-7,3

мг/кг. Также в ходе исследований было установлено незначительное сезонное изменение содержания сульфатов в почве.

## ВЫВОДЫ

1. Содержание как водорастворимого, так и обменного натрия в слое почвы 0-50 см зависит от удаления от автодороги, продолжительности снежного периода, сезонности: максимальные их концентрации в весенний период на расстоянии от 1 до 5 м от автодороги находились на уровне 691 мг/кг почвы (ул. Сурганова), на расстоянии 10 м – 337 мг/кг почвы (пр-т Победителей), далее происходит снижение их концентраций (100 м от дороги – 3,2-19,3 мг/кг); отмечается в 2006-2007 гг. снижение их количеств к осени на расстоянии до 5 м на всех объектах исследований в 1,1-3,4 раз, а на 10 м – в 1,1-4,2 раз. Степень деградации почв натрием средняя (1-5 м от дороги) по ул. Сурганова (в 12,2 раз превышение водорастворимого натрия и в 18,1 раз обменного натрия), а на остальных объектах – низкая.

2. Содержание хлоридов в городских почвах придорожных полос зависит также от удаления от автодороги, продолжительности снежного периода, а также от сезонности. Так, концентрация хлоридов максимальная на удалении от автодороги на расстоянии от 1 до 5 м (273 мг/кг почвы – пр-т Победителей, ул. Ваупшасова – 235 и ул. Сурганова – 136 мг/кг почвы), на 10 м – 61-71 мг/кг почвы (МКАД п. Ждановичи, ул. Ваупшасова), далее происходит снижение их концентраций до 9-38 мг/кг почвы (100 м от дороги). Степень деградации почв хлоридами на всех объектах исследований на расстоянии до 10 м от автодороги оценивается как низкая. Однако на проспекте Победителей превышение показателя фоновой концентрации (100 м от дороги) составляет до 5 раз (1-10 м от дороги), ул. Сурганова – до 3,8, МКАД (п. Ждановичи) – до 3,5, ул. Ваупшасова – 3,2, ЦБС – 1,9 раза.

3. Четко выраженной зависимости содержания сульфатов от удаления от автодороги, сезонности и года исследований не выявлено, при этом их значения не превышают предельно допустимых концентраций.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хомич, В.С. Экогеохимия городских ландшафтов Беларуси / В.С. Хомич, С.В. Кукарека, Т.И. Кухарчик; под ред. В.С. Хомича. – Минск: РУП “Минсктиппроект”, 2004. – 260 с.
2. Азовцева, Н.А. Влияние солевых антифризов на экологическое состояние городских почв: автореф. дис ... канд. биол. наук: 03.00.27 / Н.А. Азовцева; МГУ им. М.В.Ломоносова фак. Почвоведения. – М., 2004. – 23 с.
3. Хомяков, Д.М. Воздействие хлоридных противогололедных реагентов на засоление почв. / Д.М. Хомяков, Е.А. Чекулаева // Агроэкологическая оптимизация земледелия / Всерос. науч.-исслед. ин-т земледелия и защиты почв от эрозии. – Курск, 2004 – С. 505-508.
4. Якубов, Х.Г. Экологический мониторинг зеленых насаждений Москвы / Х.Г. Якубов. – Москва: ООО “Стагирит – Н”, 2005. – 264 с.
5. Курбатова, А.С. Экология города / А.С. Курбатова, В.Н. Башкин, Н.С. Касимов; под ред. А.С. Курбатовой. – Москва: Научный мир, 2004. – 624 с.
6. Маслова, И. Я. Воздействие содержащих серу азротехногенных веществ на некоторые агрохимически значимые процессы и свойства почвы / И. Я. Маслова // Агрохимия. – 2008. – С. 80-94.
7. Виноградов, А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах / А.П. Виноградов. – Москва: Изд-во академии наук СССР, 1950. – 278 с.
8. Логинов, В.Ф. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2006 г. / В.Ф. Логинов. – Минск: Изд-во центр БГУ, 2007. – 377 с.

## CONTENT OF EXCHANGE AND WATER-SOLUBLE SODIUM, CHLORIDES AND SULPHATES IN SOILS OF MINSK

G.V. Pirogovskaya, S.S. Khmelevsky

### Summary

Results of research on pollution of soils on objects of supervision in Minsk are resulted by water-soluble and exchange sodium, chlorides and sulphates. Laws in distribution of these pollutants concerning remoteness from motorways and seasonal prevalence are revealed.

Поступила 28 апреля 2010 г.