

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОРНЕЙ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ ПО ПОЧВЕННОМУ ПРОФИЛЮ В УСЛОВИЯХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТЕРЛИТАМАКСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА

© 2012 Р.Х. Гиниятуллин

Институт биологии Уфимского научного центра РАН, Уфа

Поступила 12.12.2011

В работе представлены материалы по распределению тонких поглощающих, проводящих корней березы повислой в условиях полиметаллического загрязнения Стерлитамакского промышленного центра и в зоне условного контроля. Установлено, что в условиях загрязнения на глубине 0-10 см происходит снижение поглощающих корней по сравнению с контролем.

Ключевые слова: береза, поглощающие корни, скелетные корни, тяжелые металлы.

Минеральное питание деревьев, так и поглощение воды осуществляется через поверхность корней. Доступность нужных для растения веществ зависит, с одной стороны от свойств почвы, с другой – от расположения в ней корней [5]. Надземные растения могут поглощать тяжелые металлы из двух источников – почвы и воздуха [6, 2].

В Стерлитамакском промышленном центре (СПЦ) химические предприятия сосредоточены в северной части города: акционерное общество (АО) «Сода»; АО «Каустик»; АО «Каучук» и Стерлитамакский нефтехимический завод (СНХЗ). Особенно характерно это для г. Стерлитамака, где на сравнительно небольшой территории сосредоточены предприятия с разным составом выбросов. Еще одной важной характеристикой является неравномерность загрязнения воздуха.

В выбросах АО «Сода» преобладают неорганические вещества, в выбросах АО «Каучук», СНХЗ – органические. В выбросах АО «Каустик» много как органических, так и неорганических веществ [1].

В СПЦ лесные насаждения находятся под влиянием техногенного воздействия. Загрязненность почвы промвыбросами подтверждается и имеющимися аналитическими данными. Показателем, характеризующим загрязненность атмосферы и почвы тяжелыми металлами, является наличие их в почвах и корнях под пологом насаждений березы повислой (*Betula pendula* Roth).

Исследования проводились в березовых древостоях, расположенных на различном удалении от предприятий г. Стерлитамака, который находится 1-8 км от источника загрязнения и в зоне условного контроля.

Береза повислая благодаря своим биолого-экологическим особенностям широко используется в создании защитных лесонасаждений на территории крупных промышленных центров.

В данной работе представлены результаты относительного жизненного состояния и материалы по распределению корней березы повислой по почвенному профилю, а также содержание металлов в

почве. Жизненное состояние насаждения березы повислой в условиях СПЦ и в контроле оценено как «здоровое».

Основными диагностическими признаками ухудшения жизненного состояния насаждения березы в условиях СПЦ является поражение листьев (хлорозы и некрозы 5-15% площади листа). У березы развиваются межжилковые и краевые хлорозы и некрозы желтого, кофейного и коричневого цвета. Деревья березы повислой, произрастающие вблизи источника загрязнения, имеют нормально сформированную крону (густота кроны составляет в среднем 80-85%), есть мертвые сучья (5-15%). Доля сухостоя в насаждениях составляет 1,4%, отмирающих деревьев нет.

Изучение особенностей распределения корневых систем березы в условиях полиметаллического загрязнения Стерлитамакского промышленного центра показало снижение корненасыщенности почвы по сравнению с контролем (табл. 1).

Корненасыщенность метрового слоя почвы в условиях СПЦ составляет 1412 г/м², а в зоне условного контроля – 1746 г/м².

Максимальная корненасыщенность почвы в условиях СПЦ отмечается на глубине 10-20 см, где сосредоточено 29,7% всех корней березы (420,1 г/м²), а в контроле на глубине 30-40 см, где сосредоточено 30,09% всех корней (525,4 г/м²). Минимальная корненасыщенность почвы в условиях СПЦ и контроля характерна для следующих глубин: СПЦ – 90-100 см (7,2 г/м²; 0,50%); контроль – 60-70 см (50 г/м²; 2,8%). Как в условиях СПЦ, так и в контроле основная масса корней сосредоточена в верхних горизонтах почвы: так в толще почвы – 0-50 см сосредоточено 90,09% (СПЦ) и 80,63% (контроль) всей массы корневой системы березы (табл. 1). Сравнение насыщенности почвы корнями показывает, что в условиях полиметаллического загрязнения Стерлитамакского промышленного центра насыщенность верхнего (0-30 см) слоя почвы корнями выше таковой зоны условного контроля.

В более глубоких слоях (30-100 см) имеет место противоположная ситуация. На основании полученных результатов установлено, что в условиях полиметаллического загрязнения СПЦ окружаю-

щей среды отмечается снижение корненасыщенности почвы поглощающими и полускелетными корнями березы по сравнению с контролем.

Максимальная масса поглощающих корней в условиях загрязнения (СПЦ) наблюдается на глу-

бине 10-20 см (47,21 г/м²). Минимальные значения массы поглощающих корней в условиях загрязнения в верхнем слое почвы от 0 до 10 см (28,3 г/м²) (рис. 1).

Таблица 1. Общая корненасыщенность почвы (по массе корней, г/м²) в древостоях березы повислой в условиях полиметаллического загрязнения Стерлитамакского промышленного центра (метод монолитов)

Глубина, см	СПЦ		Контроль	
	масса	%	масса	%
0-10	398,5	28,2	200,7	11,4
10-20	420,1	29,7	350,5	20,07
20-30	230,3	16,3	140,5	8,0
30-40	92,4	6,5	525,4	30,09
40-50	102,0	7,2	190,8	10,9
50-60	95,0	6,8	80,9	4,6
60-70	40,5	2,9	50,0	2,8
70-80	16,1	1,2	67,5	3,8
80-90	10,3	0,70	74,8	4,2
90-100	7,2	0,50	65,5	3,7
Сумма	1412,4	100	1746,6	100

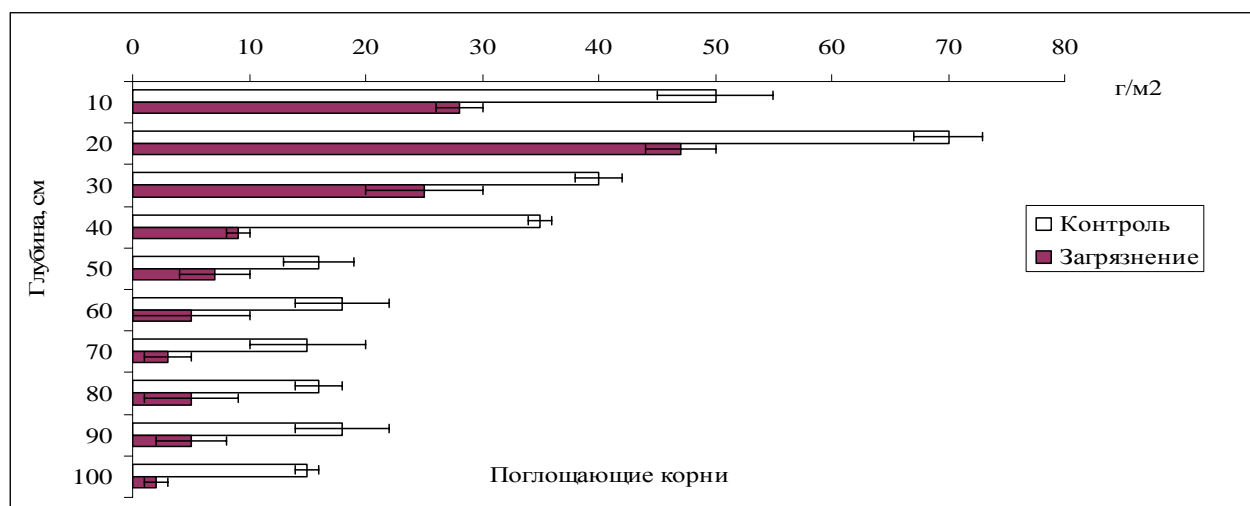


Рис. 1. Насыщенность почвы поглощающими корнями березы повислой в условиях полиметаллического загрязнения Стерлитамакского промышленного центра и в зоне условного контроля

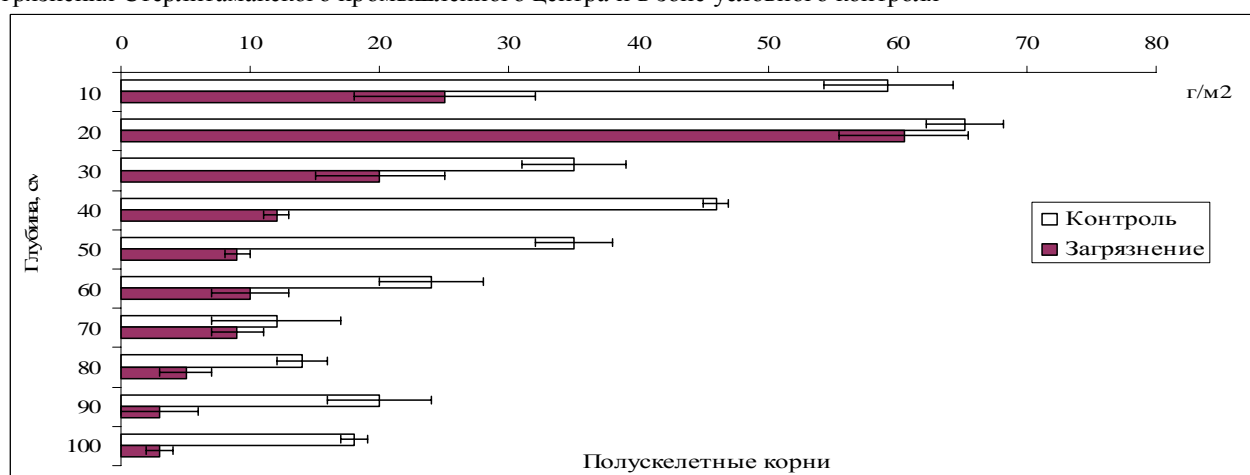


Рис. 2. Насыщенность почвы полускелетными корнями березы повислой в условиях полиметаллического загрязнения Стерлитамакского промышленного центра и в зоне условного контроля

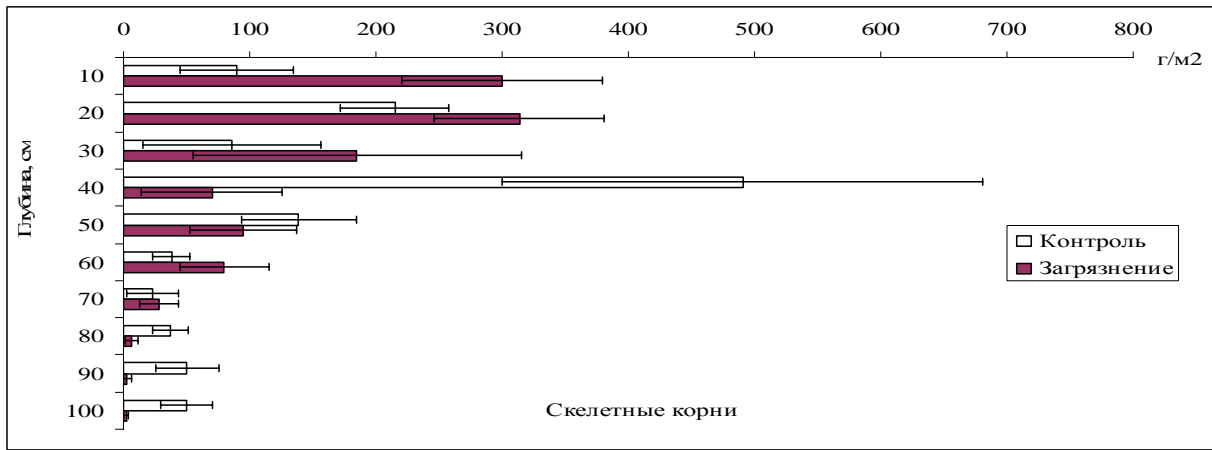


Рис. 3. Насыщенность почвы скелетными корнями березы повислой в условиях полиметаллического загрязнения Стерлитамакского промышленного центра и в зоне условного контроля

Максимальное насыщение в почве полускелетными корнями в условиях загрязнения отмечено на глубине 10-20 см ($60,5 \text{ г/м}^2$), а в контроле от 0-10 см ($59,3 \text{ г/м}^2$); 10-20 см ($65,2 \text{ г/м}^2$) (рис. 2).

Максимальная масса скелетных корней в условиях загрязнения наблюдается на глубине 10-20 см ($313,5 \text{ г/м}^2$), а в зоне условного контроля на глубине 30-40 см ($490,6 \text{ г/м}^2$) (рис. 3).

В условиях загрязнения лесная подстилка является одним из основных источников металлов, поступающих в почву. Повышение уровня тяжелых металлов приводит к существенной перестройке всасывающего корневого аппарата березы в условиях загрязнения. В слое от 0-10 см содержание Ni, Cu, Mn, Cd, Pb, значительно превосходит, чем содержание металлов на глубине 20, 30, 40, 50 см (табл.2).

Таблица 2. Содержание металлов (мг/кг) в почвах под насаждениями березы повислой

Глубина, см	СПЦ					Контроль				
	Ni	Cu	Mn	Cd	Pb	Ni	Cu	Mn	Cd	Pb
0-10	103,1	325	1284	4,26	8,70	23,5	28,3	440	0,04	0,38
10-20	42,3	203	1017	0,04	2,74	34,3	26,4	480	0,01	0,29
20-30	28,45	169	1111	0,02	0,63	30,2	33,64	390	0,02	0,55
30-40	57,01	175	982	0,01	0,93	43,5	38,2	620	0,06	0,15
40-50	37,2	633	1258	0,14	1,39	50,2	24,4	340	0,01	0,17
50-60	176,8	462	1501	0,01	0,19	46,1	22,8	510	0,54	0,32
60-70	116,0	408	1231	1,50	8,84	42	18,5	500	0,05	0,17
70-80	24,7	120	1039	1,28	4,02	37,1	16,3	590	0,64	0,19
80-90	22,8	152	1007	4,7	2,70	36,1	17,2	210	1,2	0,36
90-100	22,7	162	1008	6,09	1,23	34,2	24,0	208	2,54	0,19

В почвах, развивающихся в условиях гумидного климата, миграция кадмия вниз по профилю более вероятна, чем его накопление в поверхностном горизонте почв, поэтому часто наблюдаемое обогащение кадмием поверхностных слоев должно быть связано с загрязнением [8]. В антропогенных условиях содержание кадмия в поверхностном слое почв обычно возрастает [4]. Большая часть Cd аккумулируется в тканях корней, даже если он попадает в растения через листья. Видимые симптомы, вызванные повышенным содержанием Cd в растениях, – это задержка роста, повреждение корневой системы [4].

Свинец оказывает ингибирующее действие на рост корня во всех концентрациях; наиболее сильное и быстрое – при высоких концентрациях. Морфология корня изменялась в зависимости от количества свинца в среде: наблюдали скручивание, коричневение и почернение, максимальные при концентрациях [8].

Таким образом, в условиях загрязнения высокое содержание металлов на глубине 0-10 см снижает образование тонких корней березы.

Данный факт согласуется с результатами Д.В. Веселкина [3]. В условиях загрязнения в слое почвы от 0-10 см содержание Ni – 4,47 раза, Cu – 11,6 раза, Mn – 2,9 раза, Cd – 106 раза, Pb – 22,8 раза превышает, чем в условиях контроля.

Также наблюдаются следующие изменения во фракционном составе корней в условиях загрязнения. В условиях Стерлитамакского промышленного центра отмечается снижение в 1,7 раза доли поглощающих корней: так в условиях загрязнения на эту фракцию находится в среднем 12,10%, а в контроле – 21,66%, в то же время доля полускелетных корней в условиях загрязнения уменьшается и составляет 18,30% от всей массы корневой системы, а в контроле 23,51%. Основная масса корней в условиях загрязнения СПЦ приходится на скелетную составляющую доля этих корней в условиях загряз-

Таблица 3. Фракционный состав корневой системы березы повислой в условиях Стерлитамакского промышленного центра и в зоне условного контроля

Глубина, см	Доля каждой фракции в общей массе корней, %					
	СПЦ			Контроль		
	<1 мм	1-3 мм	>3 мм	<1 мм	1-3 мм	>3 мм
0-10	7,12	6,28	86,6	25,21	30,03	44,76
10-20	11,20	14,28	74,52	20,00	18,57	61,43
20-30	10,87	19,56	69,57	28,57	25,00	46,43
30-40	9,78	13,05	77,17	6,66	8,76	84,58
40-50	6,87	8,82	84,31	8,42	18,42	73,16
50-60	8,20	16,40	75,40	22,50	30,25	47,25
60-70	7,50	22,50	70,00	30,25	24,24	45,50
70-80	26,67	33,33	40,00	23,88	20,89	55,23
80-90	20,57	30,27	49,16	28,12	31,25	40,24
90-100	12,25	18,50	69,25	23,07	27,69	49,24
Среднее значение	12,10	18,30	69,60	21,66	23,51	54,83

знения составляет 69,60%, а в зоне условного контроля 54,83% (табл. 3).

Таким образом, установлено, что в условиях полиметаллического загрязнения Стерлитамакского промышленного центра отмечается снижение коренасыщенности почвы в насаждениях березы, при этом отмечается уменьшение удельной доли поглощающих и полускелетных, увеличение удельной доли скелетных корней в общей массе корневой системы по сравнению с контролем. Снижение поглощающих, полускелетных корней на глубине 0-10 см в условиях СПЦ, видимо связано высоким содержанием металлов и их токсичностью. Токсическое действие ионов металлов на рост корней известно [7].

Основное количество выходов корней всех фракций в условиях условного контроля приурочено к верхним слоям почвы. Характер распределения корней по профилю почвы зависит, прежде всего, от уровня загрязнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Башкортостан в 2005 г. Уфа. 2006. 301.
2. *Виноградов А.П.* Основные закономерности в распределении микроэлементов между растениями в окружающей среде // Микроэлементы в жизни растений и животных. М.: Наука, 1985. С. 7-20.
3. *Веселкин Д.В.* Распределение тонких корней хвойных деревьев по почвенному профилю в условиях загрязнения выбросами медеплавильного производства // Экология. 2002. № 4. С. 250-253.
4. *Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
5. *Оя Т.А., Лыхмус К.Н.* Горизонтальное распределение корней ели в средневозрастном древостое // Лесоведение. 1985. № 1. С. 44-47
6. *Парибок Т.А., Леина Г.Д., Сазыкина Н.А., Тонорский В.Н., Николаева Т.И., Дьякова Т.Б.* Накопление свинца в городских растениях // Бот. жур. 1981. Т. 66, № 11. С. 1646-1654.
7. *Ставрова Н.И.* Влияние атмосферного загрязнения на возобновление хвойных пород // Лесные экосистемы и атмосферные загрязнения. Л.: Наука, 1990. С. 121-144.
8. *Шеуджен А.Х.* Биогеохимия. Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2003. 1028 с.

DISTRIBUTION OF ROOTS OF *BETULA PENDULA* ROTH. IN SOIL PROFILE IN CONDITIONS OF METALLIC POLLUTION OF STERLITAMAK INDUSTRIAL CENTRE

© 2012 R.Kh. Giniyatullin

Institute of biology of Ufa research center of the Russian Academy of Sciences

In the work materials on distribution of thin absorbing, spending roots of *Betula pendula* Roth. both in the conditions of polymetallic pollution of Sterlitamak industrial centre and in a conditional control zone are presented. It is established that in the pollution conditions at the depth of 0-10 cm there is a decrease in absorbing roots in comparison with the control.

Key words: a birch, absorbing roots, skeletal roots, heavy metals.