

АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ЯБЛОНЕЙ ДИКОЙ (MALUS SYLVESTRIS) В УСЛОВИЯХ г. БУЗУЛУКА

С ростом урбанизации происходит изменение городской среды, которая во многих отношениях отличается от природной. Тяжелые металлы занимают особое положение, поскольку, не подвергаясь физико-химической или биологической деградации, накапливаются в поверхностном слое почв и изменяют их свойства, в течение длительного времени остаются доступными для корневого поглощения растениями и активно включаются в процессы миграции по трофическим цепям.

Ключевые слова: тяжелые металлы, яблоня дикая, устойчивость, аккумуляция.

Химический состав растений, как известно, отражает элементный состав почв. Поэтому избыточное накопление ТМ растениями обусловлено, прежде всего, их высокими концентрациями в почвах. В своей жизнедеятельности растения контактируют только с доступными формами ТМ, количество которых, в свою очередь, тесно связано с наличием органического вещества и буферностью почв [1]. Однако, способность почв связывать и инактивировать ТМ имеет свои пределы, и когда они уже не справляются с поступающим потоком металлов, важное значение приобретает наличие у самих растений физиолого-биохимических механизмов, препятствующих их поступлению.

Механизмы устойчивости растений к избытку ТМ могут проявляться по разным направлениям: одни виды способны накапливать высокие концентрации ТМ, но проявлять к ним толерантность; другие стремятся снизить их поступление путем максимального использования своих барьерных функций.

Для большинства растений барьерным уровнем являются стебли и листья, и, наконец – органы и части растений, отвечающие за воспроизводительные функции (чаще всего семена и плоды, а также корне- и клубнеплоды и др.). Важное место при исследовании влияния тяжелых металлов на растения занимает изучение процессов их поглощения и передвижения [4], [5]. Растения способны поглощать из окружающей среды в больших или меньших количествах практически все химические элементы. Однако с позиции минерального питания тяжелые металлы можно разделить на две группы:

1) необходимые в незначительных концентрациях для метаболизма растений (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo), которые становятся токсич-

ными, если их содержание превышает определенный уровень;

2) металлы, не участвующие в метаболизме растений (Pb, Cd, Hg), которые токсичны даже в очень низких концентрациях.

Важнейшим фактором, определяющим поведение ТМ в почве и их доступность для растений, является органическое вещество. Органические вещества почв и в первую очередь гумус способны образовывать с ТМ различные по растворимости комплексы, поэтому способность почв связывать металлы или содержать их в растворенном виде во многом зависит от качества и количества органического вещества. И здесь важное значение имеет соотношение массовых долей: органическое вещество / металл.

Органические вещества заметно различаются по способности к взаимодействию с ТМ. Медь, цинк, свинец и марганец образуют комплексы с гуминовыми кислотами во много раз лучше, чем с фульвокислотами. Обе кислоты часто обнаруживают большее сродство к меди и свинцу, чем к железу и марганцу.

Металлы, связанные в комплексы с фульвокислотой, более доступны для корней растений, чем комплексы ТМ с гуминовыми кислотами, которые могут быть как водно-растворимые, так и нерастворимые [2].

Исследования влияния Бузулукского бора на почвообразование и свойства почв окружающих его территорий, в том числе и города Бузулука показали, что вокруг соснового леса (расположенного в северной степи, в подзоне обыкновенных черноземов) под влиянием особого, «лесного» мезоклимата формируются специфические условия почвообразования и образуются ареалы черноземов типичных в виде опоясы-

вающей бор полосы шириной до 20 км. Произошла локальная, экологически обусловленная почвенно-географическая инверсия, в результате которой лесостепь с черноземами типичными соседствует с черноземами южными засушливой степи. [7]

Таким образом, цель исследования – изучение содержания и особенностей накопления некоторых тяжелых металлов в почвах и вегетативных и генеративных органах яблони дикой (*Malus sylvestris*) в условиях города Бузулука.

В число объектов исследования были определены проводящие ткани (стебель), плоды и листья распространенной в г. Бузулуке яблони дикой (*Malus sylvestris*), произрастающей на участке города с высокой автомобильной нагрузкой, и входящем в границы санитарно-защитной зоны Мельзавода (ул. 15 Линия, 53). На данном участке за 2008-2010 гг. в почвах были зафиксированы показатели подвижных форм тяжелых металлов представленные в таблице 1.

Для сравнения использовались образцы почв на реперном участке сада с. Курманаевка (таблица 2).

Полученные данные показывают, что антропогенная деятельность оказывает негативное влияние на состояние почв города [4]. Почвы

в условиях г. Бузулука по содержанию меди, кадмия не превышают значения ПДК, исключение составляют свинец и цинк.

Для анализа исследуемых образцов проводящих тканей (стебель), плодов и листьев на содержание ТМ (Zn, Cd, Pb) применялся метод исследования атомно-адсорбционной спектrophотометрии с использованием спектрофотометра «FORMULA FM400». Погрешность определения содержания тяжелых металлов в пищевых продуктах по данным методам анализа составляет не более 15% (таблица 3, 4).

В результате исследований образцов яблони, произрастающих на данных почвах было установлено следующее:

- степень накопления ТМ различными органами растения не одинакова;
- аккумуляция ТМ в проводящих тканях (стебель) объясняется прежде всего тем, что они являются одним из первых барьеров для ТМ и способом передвижения ТМ в растении;
- в целом по содержанию тяжелых металлов в органах растений образуется следующий ряд (по убыванию): стебель > плоды > листья;
- полученные данные накопления цинка и свинца в растении прослеживает взаимосвязь

Таблица 1. Подвижные формы ТМ в почвах реперного участка в г. Бузулуке

Точки отбора проб	Свинец	Кобальт	Марганец	Медь	Цинк	Кадмий
	ПДК	ПДК	ПДК	ПДК	ПДК	фон
	6,0 мг/кг	5,0 мг/кг	140,0 мг/кг	3,0 мг/кг	23,0 мг/кг	0,30 мг/кг
2008 год (0 – 10 см)	7,38	0,70	59,14	0,61	71,00	0,21
(30 – 40 см)	3,37	0,30	48,97	0,47	26,00	0,15
2009 год (0 – 10 см)	2,92	0,70	53,30	0,15	7,28	0,17
(30 – 40 см)	3,13	0,27	43,06	0,11	9,70	0,17
2010 год (0 – 10 см)	11,36	0,42	58,39	0,39	26,30	0,18
(30 – 40 см)	7,27	0,92	48,82	0,49	27,88	0,19

Таблица 2. Подвижные формы ТМ в почвах реперного участка сада с. Курманаевка

Точки отбора проб	Свинец	Кобальт	Марганец	Медь	Цинк	Кадмий
	ПДК	ПДК	ПДК	ПДК	ПДК	фон
	6,0 мг/кг	5,0 мг/кг	140,0 мг/кг	3,0 мг/кг	23,0 мг/кг	0,30 мг/кг
2009 год (0 – 10 см)	0,4	0,36	29,2	0,24	0,90	0,04
(30 – 40 см)	0,35	0,11	18,1	0,28	0,2	0,038
2010 год (0 – 10 см)	0,4	0,31	28,2	0,22	0,93	0,037
(30 – 40 см)	0,29	0,09	17,4	0,27	0,22	0,025

ПДК и ОДК химических веществ в почве в соответствии с перечнем, утвержденным от 19.11.91 №6229 – 91 и дополнением к нему ГН 2.1.7.020 – 94.

Таблица 3. Уровень накопления ТМ вегетативными и генеративными органами яблони дикой (*Malus sylvestris*) (г. Бузулук)

№ п/п	Элемент	Медь	Цинк	Кадмий	Свинец
		5,0 мг/м ³	10,0 мг/м ³	0,03 мг/м ³	0,4 мг/м ³
1	Плод	3,61	6,5	0,11	0,7
	Лист	1,00	5,75	0,021	0,390
	Проводящие ткани (стебель)	6,15	15,4	0,039	0,85
2	Плод	2,55	3,5	0,11	0,5
	Лист	4,47	16,1	0,056	1,8
	Проводящие ткани (стебель)	3,88	8,2	0,026	0,64
3	Плод	4,0	28,6	0,35	1,7
	Лист	3,16	15,5	0,080	1,35
	Проводящие ткани (стебель)	6,6	27,4	0,013	0,59
4	Плод	1,88	12,9	0,09	0,5
	Лист	1,00	5,92	0,11	0,52
	Проводящие ткани (стебель)	3,85	13,8	0,039	0,88

Таблица 4. Уровень накопления ТМ различными вегетативными и генеративными органами яблони дикой (*Malus sylvestris*) (сад с. Курманаевка)

№ п/п	Элемент	Медь	Цинк	Кадмий	Свинец
		5,0 мг/м ³	10,0 мг/м ³	0,03 мг/м ³	0,4 мг/м ³
1	Плод	2,48	5,4	0,03	0,5
	Лист	1,61	9,2	0,02	0,42
	Проводящие ткани (стебель)	6,45	11,5	0,032	0,24
2	Плод	2,21	2,7	0,02	0,5
	Лист	2,93	9,5	0,026	0,42
	Проводящие ткани (стебель)	2,69	10,0	0,07	0,57
3	Плод	1,52	1,5	0,02	0,2
	Лист	1,96	10,4	0,01	0,34
	Проводящие ткани (стебель)	4,75	7,5	0,05	0,27
4	Плод	1,67	1,6	0,04	0,3
	Лист	0,84	6,7	0,034	0,39
	Проводящие ткани (стебель)	5,2	10,6	0,022	0,44

с результатами анализа почв г. Бузулука на содержание подвижных форм ТМ. Максимальное значение ПДК свинца отмечено в образце листьев – 1,8 мг/м³ (ПДК = 0,4 мг/м³), максимальное значение ПДК цинка отмечено в образце плода – 28,6 мг/м³ (ПДК = 10 мг/м³);

– характер содержания ТМ в образцах яблони подтверждает характер загрязнения почв г. Бузулука. Содержание большого количества свинца как в растении, так в почвах указывает на доминирование данного ТМ в почвах города.

В контрольных образцах яблони, из сада, произрастающих на чистых почвах отмечено содержание ТМ незначительно превышающее значения ПДК. Это может быть объяснено тем, что физиологические потребности в металлах у растений разные, что приводит к большому разбросу содержания тяжелых металлов в растительности даже на незагрязненных почвах [3]. Также это что может быть объяснено большим содержанием органического вещества в почвах сада, которое способствует повышению доступности ТМ для растений.

1.09.2013

Список литературы:

1. Большаков, В.А. Загрязнение почв и растительности тяжелыми металлами / В.А. Большаков, Н.Я. Гальпер, Г.А. Клименко и др.. М.: Гидрометеиздат, 1978. – 49 с.
2. Ильин, В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В.Б. Ильин. Новосибирск: Наука, 1991. – 150 с.
3. Порядок определения параметров ущерба от загрязнения земель химическими веществами. Утв. Председателем Комитета Федерации по земельным ресурсам и землеустройству 10.11.93 Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов. 1993; URL: <http://www.bestpravo.ru/federalnoje/gn-postanovlenija/f9o.htm>
4. Русанов, А.М. Характеристика эколого-геохимического состояния почв территории Оренбургской области / А.М. Русанов, Е.В.Блохин, Н.Н.Зенина // Гигиена и санитария: Медицина, 2002. №5. – С.15 – 17.
5. Русанов, А.М. Содержание тяжелых металлов в плодах яблони в городских условиях / А.М.Русанов, Е.З.Савин, С.Э. Нигматянова, М.М. Нигматянов., М.А.Степанова // Вестник ОГУ, 2011, №1.– С.148 – 151.
6. Русанов, А.М. Тяжелые металлы в плодах шиповника парков города Орска / А.М.Русанов, Д.М. Турлибекова // Вестник ОГУ, 2011, №12. – С.299 – 300.
7. Шейн, Е.В., Милановский, Е.Ю. Влияние Бузулукского бора на прилегающие ландшафты и свойства почв / Е. В. Шейн, Е. Ю. Милановский // Почвоведение, 2008, №2. – С. 146-152.

Сведения об авторе:

Степанова М.А., аспирант кафедры общей биологии Оренбургского государственного университета 461000, г. Бузулук, ул. Промышленная, 8, Испытательная лаборатория ООО «ДорСтройСервис», тел. (35342) 73355, e-mail: sma.21_1987@mail.ru