УДК 631.4:635.07

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОВОЩАХ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

[1]Янтурин С.И., [2]Прошкина О.Б.

[1]Сибайский институт (филиал) Башкирского государственного университета, Сибай, e-mail: ecologiasibgu@mail.ru;

[2]ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, e-mail: obproshkina@mail.ru

В результате исследования концентрации тяжелых металлов в почвах приусадебных участков г. Магнитогорска было выявлено увеличение их содержания по сравнению с почвами условного контроля, находящегося вне зоны техногенного воздействия. Кроме того, почва всех исследованных участков превышала ПДК по кадмию. Уровень загрязнения исследуемых почв характеризовался следующим образом: для кадмия – повышенный, для меди и свинца – средний, для цинка, никеля и марганца – слабый. В условиях техногенного загрязнения почв происходит накопление кадмия в свекле и моркови, что подтверждено исследованиями растениеводческой продукции. Наблюдается корреляция между содержанием подвижной формы кадмия в почве и свекле (R = 0,73). Овощные культуры: картофель, свекла столовая, морковь столовая не являются накопителями тяжелых металлов. Необходимы мероприятия, направленные на снижение воздействия на исследуемые почвы.

Ключевые слова: овощные культуры, тяжелые металлы, система почва-растение

CONCENTRATIONS OF HEAVY METALS IN VEGETABLES, GROWING IN DIFFERENT AREAS OF INDUSTRIAL STEEL CENTRE

[1]Yanturin S.I., [2]Proshkina O.B.

[1]Sibayskiy institute (branch) of the Bashkir state university, Sibay, e-mail: ecologiasibgu@mail.ru;

[2]Magnitogorsk state technical university im. Nosova, Magnitogorsk, e-mail: obproshkina@mail.ru

The study of heavy metals in soils garden plots of Magnitogorsk was found to increase their content in comparison with conventional control soils, located outside the anthropogenic impact. In addition, the soil of all sites investigated exceed the standards for cadmium. The level of contamination of the soil was characterized as follows: for cadmium – increased for copper and lead – the average for zinc, nickel, and manganese – is weak. Under the conditions of anthropogenic pollution of soils is the accumulation of cadmium in sugar beet and carrot, which is confirmed by studies of crop production. There is a correlation between the content of mobile forms of cadmium in soil and sugar beet (R = 0,73). Vegetable crops: potatoes, beetroot, carrots are not the dining room storage of heavy metals. Necessary measures aimed at reducing the impact on the studied soil.

Keywords: vegetables, heavy metals, soil-plant system

Интенсивное развитие различных отраслей промышленного производства, средств передвижения приводит к значительному загрязнению среды химическими веществами. Наибольшую опасность в качестве источников загрязнения представляют тяжелые металлы (ТМ). Кумулятивный характер накопления ТМ приводит к тому, что с каждым годом возрастает их влияние на окружающую среду.

Основное направление экологических исследований по тяжёлым металлам – это определение концентрации ТМ в почве. Мало сведений о распространении ТМ по органам растений и накоплении их в жизненно важных продуктах. Изучение влияния природных и антропогенных комплексов среды обитания на различные участки метаболизма овощей еще долго будет оставаться в кругу интересов теоретиков и практиков. Целесообразно сосредоточить внимание на проблеме оценки влияния ТМ на овощи и их накопление, что вызывает необходимость изучения содержания их в системе почва – растение.

Широкое применение овощей (картофеля, моркови, свеклы) делает актуальными исследования с целью определения содержания ТМ в этих культурах, а также накопления и содержания свинца, кадмия, цинка, меди, никеля марганца в исследуемых почвах в условиях г. Магнитогорска.

Цель нашей работы – оценить санитарно-гигиеническое качество овощей, выращиваемых на территориях, сопредельных с техногенными объектами, и в пригородной зоне промышленных зон, связанных с деятельностью металлургических предприятий.

Материалы и методы исследования

Основной жилой массив города расположен с западной стороны металлургического комбината на правом берегу реки Урал. Промплощадка металлургического комбината шириной до 3 км и длиной до 6 км размещена с юга на север вдоль левого берега реки Урал. В пригородной зоне (Агаповский рай-

он; Наровчатский совхоз) сосредоточены плантации картофеля, моркови и свеклы, овощи с которых наиболее часто оказываются в рационе жителей г. Магнитогорска.

Агаповский район расположен относительно ОАО «ММК» в юго-восточной стороне на расстоянии 20 км от города. В качестве контроля рассматривали территорию Наровчатского совхоза Агаповского района, расположенного на расстоянии 23 км от города.

Коллективный сад «Березовая роща» расположен северо-западнее относительно ОАО «ММК» на расстоянии 6 км от города.

Морковь (семейство: зонтичные – *apiumaceae*, вид: морковь *Daucus carota L.*) – двулетнее растение семейства сельдерейные.

Свекла столовая (семейство: маревые – *chenopodiaceae*, вид: свекла столовая – *Beta vulgaris L.*) – корнеплодное растение семейства маревых.

Картофель (семейство: паслёновые – *Solonacae*, вид: картофель – *Solonum tuberosum*).

Отбор проб почвы проводился в соответствии с требованиями, указанными в ГОСТ 17.4.3.01–83, ГОСТ 17.4.4.02–84, ГОСТ 28168–89. Размер пробной площадки составлял 10×10 м. Почва отбиралась методом «конверта», образцы почвы ссыпались на полиэтиленовую плёнку и тщательно перемешивались, квартовались 3 раза (измельчённая почва разравнивалась в виде квадрата, делилась на четыре части, две противоположные части отбрасывались, две оставшиеся перемешивались). После квартования почва разравнивалась, условно делилась на шесть квадратов, из центра которых отобрали примерно одинаковое количество почвы в полотняный мешочек, массой около 1 кг.

Отбор проб овощных культур проводился в соответствии с требованиями, указанными в ГОСТ 17.4.3.01–83, ГОСТ 17.4.4.02–84, ГОСТ 28168–89. Пробы овощных культур отбирались на исследуемых участках точечными пробами по диагонали, через равные расстояния, в трёх точках, массой около 1 кг. Точечные пробы помещались на брезент, соединялись, и получалась объединенная проба, которая делилась на три группы по величине плода: крупные, средние и мелкие. От каждой группы отбиралось 20% культурных овощей, общей массой 1 кг. Пробу упаковывали в полиэтиленовый мешок и вкладывали этикетку: место отбора; наименование культуры; масса партии; дата отбора пробы; подпись отобравшего пробу.

Исследования проводились на базе центральной химической лаборатории Сибайского филиала Учалинского горно-обогатительного комбината. Определение ТМ проводилось методом атомно-абсорбционной спектрометрии на приборе Contr-AA фирмы Analitic. Анализ проб почвы и картофеля проводили в соответствии с методическими указаниями ЦИНАО (1992). Для оценки масштаба загрязнения почв мы определяли подвижные формы ТМ, т.е. наиболее доступные для живых организмов. Подвижные формы извлекали ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH = 4,8. Минерализацию растительных проб проводили методом сухого озоления [3].

Для оценки качества агроэкосистем использовали следующие показатели: кларковое и фоновое содержание тяжелых металлов в почве, предельно-допустимую (ПДК) и ориентировочно-допустимую концентрацию (ОДК) тяжелых металлов для почвы и ПДК для растений [1, 3, 4, 6, 7].

Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 1 приведены концентрации ТМ в овощах и почвах по удалению от источника загрязнения.

Среднее содержание тяжелых металлов в почвах и овощах

Место отбора	Содержание элементов, мг/кг					
	Pb	Cd	Mn	Cu	Ni	Zn
Картофель						
Агаповка	0,09 ± 0,01	0,01 ± 0,007	1,94 ± 0,11	0,78 ± 0,19	0,14 ± 0,03	1,37 ± 0,04
Наровчатка	0,10 ± 0,03	0,02 ± 0,009	1,88 ± 0,15	0,92 ± 0,24	0,10 ± 0,02	2,34 ± 0,35
Коллективный сад	0,43 ± 0,11	0,03 ± 0,01	2,24 ± 0,21	1,00 ± 0,16	0,20 ± 0,03	4,46 ± 1,23
Морковь						
Агаповка	0,41 ± 0,12	0,02 ± 0,006	6,06 ± 0,22	0,40 ± 0,01	0,23 ± 0,02	2,48 ± 0,24
Наровчатка	0,44 ± 0,08	0,02 ± 0,006	5,10 ± 0,16	0,46 ± 0,02	0,27 ± 0,02	2,17 ± 0,15
Коллективный сад	0,56 ± 0,04	0,04 ± 0,005	9,14 ± 0,22	0,52 ± 0,04	0,39 ± 0,02	4,23 ± 0,11
Свекла						
Агаповка	0,12 ± 0,02	0,03 ± 0,004	19,64 ± 1,16	1,75 ± 0,08	0,14 ± 0,02	2,84 ± 0,74
Наровчатка	0,09 ± 0,004	0,01 ± 0,002	13,2 ± 1,48	1,04 ± 0,21	0,10 ± 0,02	3,79 ± 0,19
Коллективный сад	0,22 ± 0,02	0,07 ± 0,004	25,99 ± 0,36	2,24 ± 0,21	0,26 ± 0,02	4,90 ± 1,58
Почва						
Агаповка	5,22 ± 0,19	0,84 ± 0,02	63,80 ± 1,30	2,30 ± 0,16	1,28 ± 0,19	3,62 ± 0,28
Наровчатка	4,98 ± 0,26	0,75 ± 0,011	55,00 ± 2,24	2,14 ± 0,21	1,30 ± 0,27	3,86 ± 0,23
Коллективный сад	6,86 ± 0,27	1,00 ± 0,16	80,8 ± 5,63	3,42 ± 0,53	1,52 ± 0,19	5,12 ± 0,67

Загрязненность Pb изученных почв характеризуется как средняя, концентрация Pb в исследуемых образцах почв составляет от 5,22 до 6,86 мг/кг при содержании в условном контроле, равном 4,98 мг/кг, превышает ПДК для подвижного содержания в коллективном саду. Кроме того, данная концентрация превышает региональный геохимический фон (РГФ) (0,75 мг/кг) [6].

Исследуемые почвы, согласно шкале экологического нормирования [5], характеризуются повышенным уровнем содержания Cd. В исследуемых образцах почвы концентрация подвижного Cd в 4,2–5 раз больше фоновых значений. Этот показатель также был выше кларка (0,13 мг/кг) и РГФ (0,15 мг/кг).

Загрязненность Mn почв исследуемых участков характеризуется как слабая, уровень содержания этого металла в почвах низкий. Концентрация Mn в исследуемых образцах почв составляет от 63,8 до 80,8 мг/кг при содержании в условном контроле, равном 55,0 мг/кг, и не превышает ПДК для подвижных форм.

Загрязненность Cu почв исследуемых участков характеризуется как средняя, концентрация этого металла в исследуемых образцах почв варьируется от 2,3 до 3,42 мг/кг (содержание в условном контроле – 2,14 мг/кг) и превышает ПДК для подвижного содержания в коллективном саду. Кроме того, средние содержания на этом же участке приближаются к значению лимитирующего транслокационного показателя вредности (3,5 мг/кг) [6].

Загрязненность Ni и Zn почв исследуемых участков характеризуется как слабая, уровень содержания этого металла в почвах низкий. Концентрация Ni в исследуемых образцах почв составляет от 1,28 до 1,52 мг/кг при содержании в условном контроле, равном 1,3 мг/кг, и не превышает ПДК для подвижных форм. Концентрация Zn в исследуемых образцах почв составляет от 3,62 до 5,12 мг/кг при содержании в условном контроле, равном 3,86 мг/кг, и не превышает ПДК для подвижных форм. В то же время, данная концентрация превышает региональный геохимический фон (РГФ) (1,6 мг/кг) [6].

В условиях техногенного загрязнения почв ТМ идет накопление их в растениеводческой продукции, что подтверждено исследованиями клубней картофеля, моркови и свеклы.

Относительно высокое содержание Cd (0,07 мг/кг), в 2,3 раз превышающее ПДК, обнаружено в свекле и превышение содержание Pb в 1,12 раз над ПДК – в моркови, выращенной в Коллективном саду, расположенном северо-западнее относительно градообразующего предприятия, на расстоянии 6 км от него.

Повышение содержания ТМ в почве вызывает увеличение их содержания в овощах. В ряде случаев наблюдается корреляция между содержанием элементов в почве и растительных культур, например, между подвижным содержанием кадмия в почве и свекле (R = 0,73).

Выводы

Почва всех исследованных участков в условиях г. Магнитогорска превышает ПДК по кадмию. Овощные культуры: картофель, свекла столовая, морковь столовая не являются накопителями ТМ. Исследуемые овощные культуры: картофель, свекла столовая, морковь столовая соответствуют санитарно-гигиеническим нормам и пригодны для употребления в пищу.

Согласно Методическим указаниям … (1993) на загрязненных территориях необходимо проводить мероприятия, направленные на снижение уровня воздействия источников загрязнения почвы, на уменьшение доступности токсикантов для растений (известкование, внесение органических удобрений и т.п.) [4].

Список литературы

1. ГН 2.1.7.020-94. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 1995. – С. 5–6.

2. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1991. – 151 с.

3. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1992. – 40 с.

4. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами: Нормативные материалы. – М., 1993. – 30 с.

5. Обухов А.И., Бабьева И.П., Грынь А.А. Научные основы разработки ПДК тяжелых металлов в почвах // Тяжелые металлы в окружающей среде. – М.: МГУ, 1980. – С. 20–27.

6. Тяжелые металлы в почвах и растениях Южного Урала: экологическое состояние фоновых территорий / М.Г. Опекунова, Н.В. Алексеева-Попова, И.Ю. Арестова, С.В. Грибалев, Д.А. Краснов, Д.Г. Бобров, О.А. Осипенко, Н.И. Соловьева // Вестник СПбГУ. Сер. 7. – 2001. – Вып. 4. (№ 31). – С. 45–53.

7. Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах. – М.: Минздрав СССР, 1986. –11 с.

References

1. GN 2.1.7.020-94.Orientirovochno dopustimye koncentracii (ODK) tjazhelyh metallov i myshjaka v pochvah. M.: Goskomsanjepidnadzor, 1995. pp. 5–6.

2. Ilin V.B. Tjazhelye metally v sisteme pochva – rastenie. Novosibirsk: Nauka. Sibirskoe otdelenie, 1991. 151 p.

3. Metodicheskie ukazanija po opredeleniju tjazhelyh metallov v pochvah selhozugodij i produkcii rastenievodstva. M.: CINAO, 1992. 40 p.

4. Metodicheskie ukazanija po ocenke stepeni opasnosti zagrjaznenija pochvy himicheskimi vewestvami: Normativnye materialy. M., 1993. 30 p.

5. Obuhov A.I., Babeva I.P., Gryn A.A. Nauchnye osnovy razrabotki PDK tjazhelyh metallov v pochvah // Tjazhelye metally v okruzhajuwej srede. M.: MGU, 1980. pp. 20–27.

6. Opekunova M.G., Alekseeva-Popova N.V., Arestova I.Ju, Gribalev S.V., Krasnov D.A., Bobrov D.G., Osipenko O.A., Soloveva N.I. Tjazhelye metally v pochvah i rastenijah Juzhnogo Urala: jekologicheskoe sostojanie fonovyh territorij // Vestnik SPbGU. Ser. 7. 2001. Vyp. 4. (no. 31). pp. 45–53.

7. Predelno dopustimye koncentracii tjazhelyh metallov i myshjaka v prodovol'stvennom syre i piwevyh produktah. M.: Minzdrav SSSR, 1986. 11 p.

Рецензенты:

Черчинцев В.Д., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Промышленная экология и БЖД» ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Москва;

Суюндуков Я.Т., д.б.н., профессор, директор ГАНУ Институт региональных исследований, г. Сибай.

Работа поступила в редакцию 05.07.2012.