

Содержание тяжёлых металлов в системе почва – медоносное растение на территории техногенных ландшафтов

С.Н. Яковлева, аспирантка, Р.Р. Фаткуллин, д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ

Тяжёлые металлы относятся к классу наиболее опасных загрязнителей окружающей среды, называемых суперэтоксикантами. Постоянный приток металлов в биосферу обусловлен хозяйственной деятельностью человека, что и приводит к увеличению площадей загрязнённых земель. В связи с этим возникает необходимость систематического мониторинга содержания тяжёлых металлов, особенно в тех районах, где среда, и без того обогащённая их соединениями, дополнительно подвергается техногенному загрязнению [1–6].

На территории Челябинской области работает более 150 предприятий, занимающихся добычей и переработкой природного сырья. Ведущая отрасль промышленности Челябинской области – металлургическая. Более 60% всего объёма промышленной продукции относится к данному направлению. Основные предприятия чёрной металлургии – это ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», металлургические заводы горнозаводской зоны Урала (Аша, Златоуст), ОАО «Челябинский металлургический комбинат» (Челябинск, Магнитогорск) и многие другие предприятия [1].

К предприятиям цветной металлургии Челябинской области относятся ОАО «Александровская горно-рудная компания», ЗАО «Кыштымский медэлектродный завод», ОАО «Челябинский цинковый завод», ЗАО «Карабашмедь», ОАО «Уфалейникель», которые производят цинк, никель, рафинированную медь.

Учитывая, что сельскохозяйственные экосистемы – основной источник производства продуктов питания растительного и животного происхождения, а продуктивность животных и качество животноводческой продукции во многом зависят от особенностей биотического круговорота в агроэкосфере и геохимии аграрных ландшафтов, **целью работы** явилось изучение загрязнения тяжёлыми металлами почв и соцветий медоносных растений п. Нагайбакский Челябинской области [2, 3].

Нагайбакский район – аграрный, но имеет свои геохимические особенности, связанные с меднорудными зонами. ОАО «Александровская горнорудная компания» Нагайбакского района – предприятие по добыче и первичной обработке медесодержащей руды с одного из крупнейших в России медно-цинковых месторождений – Александровского, а также месторождения «Чебачье».

Материал и методы исследования. В процессе исследования был проведён локальный мониторинг по изучению содержания химических элементов

(железо, медь, цинк, кобальт, свинец, марганец, магний, кадмий, никель, хром) в почвах и соцветиях медоносных растений, произрастающих на территории горнорудных ландшафтов. Почвенные образцы отбирали с помощью сапёрной лопатки методом прикопок в соответствии с принятыми в геохимии и почвоведении методиками. На каждой пробной площадке в трёх равноудалённых друг от друга точках из верхнего гумусового слоя от 0 до 15 см отбирали образцы почвы. Далее, тщательно перемешав их, методом конверта брали усреднённую пробу, которая и подвергалась дальнейшим операциям согласно ГОСТу 17.4.3.01-83 «Почвы. Общие требования к отбору проб». Для исследования почвы и медоносных растений были отобраны пять почвенных площадок (ПП): ПП 1 – поле подсолнуха; ПП 2 – поле донника; ПП 3, 4 – поля естественного разнотравья; ПП 5 – поле гречихи. Почвы доводились до воздушно-сухого состояния. Образцы почв растирали в ступке и просеивали через сито с диаметром отверстий 1 мм. В таком виде почвы были готовы к элементному анализу.

Соцветия медоносных растений срезались полностью распустившимися в сухую погоду и были помещены в чистые бумажные пакеты, а затем доставлены в лабораторию для дальнейшего исследования. При анализе цифрового материала использовали перечень ПДК, МДУ и санитарно-гигиенические нормативы содержания вредных веществ в исследуемых объектах.

Пробы предварительно переводили в растворимое состояние сухим способом. В пробах определяли содержание девяти элементов тяжёлых металлов различного класса опасности: 1-го класса (Pb, Zn, Cd), 2-го класса (Cu, Ni, Co, Cr) и 3-го класса опасности (Mn).

Содержание химических элементов в почвах и медоносных растениях определяли методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии на спектрофотометре ААС-30 согласно методическим указаниям 52.18.191-89 «Методические указания. Методика выполнения измерений массовой доли кислорастворимых форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом». Статистический анализ результатов проводился с помощью системы для статистического анализа данных STATISTICA 10.0.228.8.

Результаты исследования. Результаты исследования показали, что в поверхностном слое почвы всех почвенных площадок концентрация цинка и меди превышала предельно допустимые уровни концентрации. При этом самый высокий уровень

1. Содержание химических элементов в образцах почвы землепользования
п. Нагайбакский Челябинской области, мг/кг (n = 10; X ± Sx)

Химический элемент	ПП 1	ПП 2	ПП 3	ПП 4	ПП 5	ПДК
Железо	1026,8±10,47	778,6±0,14	772,3±0,14	932,3±0,12	1200,2±0,11	4200,0
Медь	113,66±5,00	111,85±0,17	120,77±0,17	119,57±0,17	110,2±0,16	100,0
Цинк	176,3±0,22	168,66±0,16	189,57±0,16	161,34±0,16	115,2±0,13	110,0
Кобальт	9,48±0,16	9,86±0,11	18,9±0,13	9,82±0,11	9,59±0,10	50,0
Свинец	33,0±0,12	12,87±0,12	10,38±0,12	7,94±0,13	8,05±0,11	32,0
Марганец	851,2±0,11	1026,2±0,12	1331,5±0,11	1105,6±0,12	1202,2±0,10	1500,0
Кадмий	0,34±0,16	0,20±0,15	0,21±0,15	0,25±0,14	0,28±0,12	2,0
Никель	0,13±0,14	8,11±0,14	8,15±0,14	7,30±0,12	8,84±0,11	50,0

2. Содержание химических элементов в образцах соцветий медоносных растений
п. Нагайбакский Челябинской области, мг/кг (n = 10; X ± Sx)

Химический элемент	МДУ	ПП 1	ПП 2	ПП 3	ПП 4	ПП 5
Железо	100,0	24,87±0,20	130,1±0,20	25,74±0,18	24,02±0,19	24,91±0,26
Медь	30,0–100,0	1,06±0,21	12,75±0,2	1,31±0,02	0,86±0,17	1,00±0,05
Цинк	50,0–100,0	4,23±0,19	34,79±0,20	5,03±0,03	4,66±0,15	5,20±0,04
Кобальт	1,0–2,0	0,07±0,2	0,41±0,2	0,05±0,02	0,07±0,02	0,05±0,01
Свинец	5,0	0,04±0,02	1,17±0,19	0,09±0,03	0,04±0,01	0,06±0,02
Марганец	60,0–80,0	12,41±0,20	18,35±0,2	15,00±0,25	8,20±0,25	13,67±2,20
Кадмий	20,0–50,0	0	0	0,09±0,03	0,006±0,003	0,010±0,01
Никель	0,3	0,001±0,12	0,41±0,2	0,09±0,01	0,17±0,02	0,24±0,01

цинка выявлен в почвах поля, где произрастало естественное разнотравье (ПП 3) – 58,02%, а самый низкий уровень цинка, превысивший ПДК на 4,72%, был выявлен в слое почвы поля, засеянного гречихой (ПП 5). Аналогичная закономерность установлена и для меди, содержание которой в почве поля, где произрастало естественное разнотравье (ПП 3), превысило ПДК на 20,77%, а в почвах поля, где произрастала гречиха – на 10,2%. На ПП 1 зафиксировано превышение свинца в 1,3 раза. Содержание в почвах никеля (0,18–8,84 мг/кг), кадмия (0,13–0,28 мг/кг) было в пределах оптимального для почвы уровня (табл. 1).

В образцах медоносных растений содержание тяжёлых металлов, кроме железа и кадмия, не превышало максимально допустимый уровень (МДУ). Нами установлено высокое содержание железа в пробе с пасеки ПП 1, где его содержание составляло 30,1% от МДУ. Накопление цинка на почвенных площадках происходило не одинаково, максимальное значение от МДУ его содержалось в образцах пробы с ПП 2, что составляло 34,79 мг/кг (табл. 2).

Таким образом, анализ результатов исследования и их сравнение с оптимальным содержанием химических элементов в почвах показал снижение доступности растениям кобальта и кадмия. Так, содержание кобальта в почвах полей под подсолнухом (ПП 1), донником (ПП 2), луговым разнотравьем (ПП 4), гречихой (ПП 5) составляло 9,48±0,16; 9,86±0,11; 18,19±0,13; 9,82±0,12 и 9,59±0,10 мг/кг соответственно и находилось на нижней границе оптимального для растений уровня. Концентрация марганца и железа в почвах всех полей была ниже оптимальных значений в 1,9 и 4,5 раза соответственно.

Вывод. Увеличение процессов техногенного загрязнения агроэкосистем способствует аккумуляции тяжёлых металлов в соцветиях медоносных растений. Растения обладают разной степенью аккумуляции химических элементов. Количественный состав химических элементов в растениях во многом зависит от географического расположения медоносных растений по отношению к источнику загрязнения. Проведённое исследование образцов почв, находящихся под кормовыми культурами, свидетельствует о высоком содержании цинка, меди, что, на наш взгляд, может быть связано с залежами медно-цинковых и никелевых руд.

Литература

1. Гуменюк О.А., Жаксыбаева М.У. Оценка техногенного воздействия ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» на объекты окружающей природной среды // Инновационные проекты студентов в биологии, экологии и зоотехнии: матер. междунар. студенч. науч.-практич. конф. Троицк, 2014. С. 159–164.
2. Мещерякова Г.В., Ешпанова Ж.Е. Миграция тяжёлых металлов в биологических объектах пищевой цепи // Научно-производственный журнал «Наука» (Костанай). 2014. № 4-1. С. 220–221.
3. Яковлева С.Н., Фаткуллин Р.Р. Содержание тяжёлых металлов в медоносных растениях на территории Нагайбакского района Челябинской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (72). С. 130–132.
4. Фаткуллин Р.Р., Гизатулина Ю.А. Оценка загрязнённости трофической цепи «почва – растение – тело пчелы – продукция пчеловодства» тяжёлыми металлами в условиях лесостепной зоны Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (66). С. 271–273.
5. Шакирова С.С., Гизатулина Ю.А. Содержание тяжёлых металлов в медоносных растениях на территории Троицкого района Челябинской области // Молодые учёные в решении актуальных проблем науки: матер. междунар. науч.-практич. конф. молодых учёных и специалистов. 20–21 ноября 2014 г. Троицк: ФГБОУ ВПО УГАВМ, 2014. С. 139–141.
6. Шарифьянова В.Р. Содержание тяжёлых металлов в почвах ООО «Заозёрный» лесостепной зоны Южного Урала // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2013. Т. 214. С. 488–493.