

Г. Р. Патракова, Э. Г. Гарайшина

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА УСВОЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ПОЧВЫ ОВОЩНЫМИ КУЛЬТУРАМИ (НА ПРИМЕРЕ УКРОПА)

Ключевые слова: никель, тяжелые металлы, индикаторная полоска, концентрация никеля в почве, пробы почв, миграция тяжелых металлов, промышленный узел, газо-дымовые выбросы.

Научная новизна работы заключается в исследовании миграции тяжелых металлов на примере никеля из почвы в зеленую культуру (на примере укропа). Рассматривались образцы почв разных производителей (биогумус «Живая земля» и Торфогрунт для рассады), а также изучалось содержание никеля в почвах Нижнекамского и Старошешминского района.

Key words: nickel, heavy metals, display stripe, concentration nickel in ground, test soil, migration of heavy metals, industrial unit, gas-chimney emissions.

The scientific novelty of work consists in research of migration of heavy metals on an example nickel from ground in green culture (on an example of fennel). Samples soil of the different manufacturers (soil «Alive ground» and peat-soil for sprouts) were considered (examined), and also the contents nickel in soil Nizhnekamsk and Starosheshminsk of area was studied.

Определение содержания тяжелых металлов в почве очень важная проблема. Изменение химических свойств почвы может в несколько раз уменьшать или увеличивать содержание тяжелых металлов в растениях. Поэтому первой и наиболее важной задачей является нормирование токсических веществ именно в почве, которое имеет свои специфические особенности. Основными загрязняющими почву веществами являются удобрения, пестициды, металлы, радиоактивные вещества.

Серьезную опасность для почвы представляют тяжелые металлы, особенно свинец, цинк, ртуть, никель, железо, хром, ванадий и др., которые оказывают на живые организмы токсичное действие, разрушая экосистемы.

Основными источниками поступления тяжелых металлов в окружающую среду являются предприятия черной и цветной металлургии, горнодобывающая промышленность, сжигание топлива и отходов, производство стекла, цемента, автотранспорт. Основным источником загрязнения окружающей среды свинцом является автомобильный транспорт; кадмием, медью, мышьяком и цинком - цветная металлургия; кобальтом, никелем, ванадием и селеном - теплоэнергетика; ртутью - цветная металлургия, химическая промышленность.

Небольшая доля тяжелых металлов уже находится в почве, создавая фоновое содержание. Металлы техногенного происхождения концентрируются в поверхностном 5-6 сантиметровом слое почвы.

Содержание тяжелых металлов в почве нормируется и для них устанавливается предельно-допустимая концентрация ПДКп. Установлены ПДКп (мг/кг почвы): ртуть - 2,1 мг/кг, свинец - 20 мг/кг, хром - 0,05 мг/кг.

Слово «никель» обозначает – озорник. Этот микроэлемент получил свое имя от немецкого слова Nickel – так звали горного злого духа, который якобы подбрасывал горнякам обманку медной руды. Когда эту руду выплавляли в плавильных печах, из нее выделялись ядовитые газы мышьяка, из-за чего

очень долго никель считали очень вредным веществом.

Никель является металлом, который окрашен в серебристый цвет. Этот микроэлемент был открыт в 1751г. Крондштедом, шведским минерологом. Никель содержится в земной коре, определенное количество содержится в воде, почве, воздухе и пище. В организм человека никель поступает с продуктами питания, которые содержат этот элемент. Доза никеля попадает в организм при курении. Попадание слишком большого количества в организм может вызвать желудочно-кишечные расстройства, повышение уровня эритроцитов, почечный стресс, хронический бронхит, снижение функций легких, а в некоторых случаях и рак легких.

Целью работы является изучение миграции тяжелых металлов на примере никеля из почвы в зеленую культуру на примере укропа. При этом исследование проводилось по двум пробам почв: биогумус «Живая земля» и Торфогрунт для рассады, приобретенных в торговых точках Нижнекамска, кроме этого анализировалось содержание тяжелых металлов в почве Нижнекамского и Старошешминского района.

Основной задачей исследования является определение:

- фонового содержания тяжелого металла в почве;
- концентрации никеля в почве непосредственно после полива раствором соли никеля;
- концентрации никеля в почве через одну неделю после полива;
- концентрации никеля спустя двух недель после полива и появления первых всходов укропа;
- сделать вывод об изменении концентрации никеля в почве.

Перечень оборудования

Основу исследовательской работы составляют ящики для рассады, заполненные почвой биогумус «Живая земля» и Торфогрунт для рассады.

Сравнительная характеристика используемых почв представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание некоторых веществ в почвах при исследовании

Питательные вещ-ва	Биогумус «Живая земля»	Торфогрунт для рас-сады
Азот	150	180
Фосфор	270	165
Калий	300	310
доля влаги	65(%)	65(%)
pH	6	6
Состав грунта	Смесь верховых торфяков различного разложения с добавлением органических субстратов	Смесь торфяков различной степени разложения, перлит, известняковая мука, удобрение минеральное
Изготовитель	ЗОО «ФАРТ» г. Санкт-Петербург	ООО «ВЕЛТОРФ», г. Великие Луки

Нужно отметить, что данные почвы по содержанию азота, фосфора, калия, кислотности, составу грунта идентичны, не смотря на разных производителей.

Перечень используемого оборудования, принадлежностей, растворов:

Семена укропа—1 упаковка;

Тест система «Никель-тест»;

Сульфат никеля 7-водный ($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$);

Шпатель (ложка);

Стаканы (емкостью 50 и 100 мл)—по 1 шт.;

Воронка пластмассовая $d = 50\text{--}80$ мм;

Чашка Петри—1 шт.;

Пробирка

Ножницы

Пинцет

Стеклянная палочка

Цилиндр мерный на 50мл;

Фильтры бумажные

Заранее приготовленный раствор NiSO_4 с концентрацией Ni 500 мг/л.

Описание и методика проведения работы.

В основу выполнения исследовательской работы положен визуально-колориметрический метод исследования.

Colour (англ.) - это цвет. При изменении интенсивности окраски индикаторной полоски с окраской контрольной шкалы оценивается на глаз примерная концентрация никеля.

Данная работа выполнена в несколько этапов. В первую очередь определялось фоновое содержание никеля в почве. Для этого из нескольких точек лотков с почвами с одинаковой глубины шпателем отбирались пробы почвы. Пробы помещались в чашки Петри и высушивались в сушильном шкафу при температуре 105°C .

Взвешивался пустой чистый стакан на 100мл. В стакан помещалась почва на 1/3 высоты и снова взвешивалась, затем определялась масса почвы (m) в граммах. К почве добавлялась дистиллированная вода в количестве $5 \times m$ в мл (5 мл воды на 1 грамм почвы) и содержимое стакана перемешивалось в течении 3-5 минут с помощью стеклянной палочки. Содержимое стакана отфильтровывалось через бумажный фильтр, собирая готовую вытяжку

в стакан на 50 мл. Индикаторную полоску помещали в полученную вытяжку из почвы на 5-10 секунд, определяли концентрацию никеля в растворе, сравнивая окраску с контрольной шкалой на этикетке теста. Далее вычислялась концентрация никеля в почве по формуле 1.

$$C(\text{Ni}) = (C \times V) / m, \quad (1)$$

где C - концентрация катионов никеля в водной вытяжке (мг/л); V - объем вытяжки, мл; m - масса образца, гр.

На втором этапе работы производился полив почвы раствором соли никеля (NiSO_4) с концентрацией по Ni 500 мг/л (2,4г соли никеля в литре дистиллированной воды по ГОСТУ 4465-74), объемом раствора 400 мл каждый лоток. Снова отбиралась проба почвы с каждого лотка и исследовалась с такой же очередностью как и на первом этапе. Затем высаживались семена укропа рядами на расстоянии 5-7 см друг от друга.

На третьем этапе отбирались пробы через одну неделю после полива и через две недели после полива, когда появились всходы укропа. По результатам был составлен график изменения концентрации никеля (рис.1).

По полученным данным был построен график зависимости содержания никеля в почве от времени, где по оси абсцисс—даты проведения проб, а по оси ординат—концентрация никеля в почве.

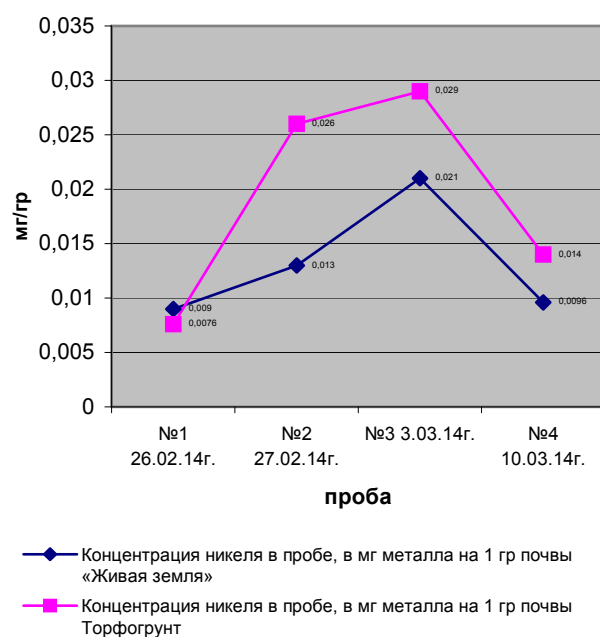


Рис. 1 - Динамика изменения концентрации никеля в процессе исследования различных типов почв

Данные исследований показали, что фоновое содержание никеля в начале анализа в почве «Живая земля» и торфогрунте имеют минимальное значение. Концентрация никеля в водной вытяжке в обоих случаях одинаковое—3 мг/л.

Однако фоновое содержание никеля в пробе почвы рассчитанное по формуле 1 составляет 0,009

и 0,0076 мг на 1 гр. почвы.

После полива почв раствором соли никеля (NiSO_4) концентрация никеля в водной вытяжке торфогрунта уже составляла 5 мг/л, а в биогумусе осталось на прежнем уровне—3 мг/л, поэтому концентрация никеля в пробе на 1 гр почвы в торфогрунте в два раза превышает, чем в биогумусе «Живая земля» и составляет 0,026 и 0,013 соответственно.

Через неделю после полива и посадки семян укропа концентрация никеля в водных вытяжках отличалась незначительно (5 и 6 мг/л соответственно), а концентрация никеля в обоих пробах почв составляла 0,021 и 0,029 мг/гр почвы. Нужно отметить, что на этом этапе всходов семян не обнаружено.

На четвертом этапе наблюдались очень дружные всходы семян укропа «Зеленая аллея». Концентрация никеля в водной вытяжке в первом случае едва достигала 3мг/л, во втором случае была равна 5 мг/л. Концентрация никеля в биогумусе «Живая земля» практически вернулась к фоновому первоначальному значению — 0,0096 (в начале исследования была 0,009 мг/гр почвы). Концентрация никеля в почве «Торфогрунт» для рассады также снизилась по сравнению с третьим этапом почти 2 раза (с 0,029 до 0,014 мг/гр почвы), однако содержание никеля по сравнению с первоначальным фоновым значением оставалась высокой.

Установлено, концентрация никеля в почве «Торфогрунт» превышает допустимый норматив в 3,5 раза (14мг/кг почвы), а в биогумусе «Живая земля» — в 2,4 раза (9,6 мг/кг почвы). Таким образом, данные почвы содержат избыточное количество Ni, превышающее допустимый уровень загрязнения.

На пятом этапе, основываясь на визуальном колориметрическом методе исследования, были проанализированы пробы почв, взятые летом 2013 года в районе деревень Смыловка Нижнекамского района и села Старошешминск Шешминского района. Анализ проб на наличие тяжелых металлов (на примере никеля без полива раствором соли никеля (NiSO_4)) показал, что в обоих случаях наблюдалось небольшое превышение концентрации. В деревне Смыловка концентрация составляла 0,0058 мг/гр (5,8 мг/кг), а в Старошешминске —0,00433 мг/гр (4,33мг/кг). Превышение концентрации никеля в почве Нижнекамского района на 1,8 мг/кг, превышение никеля в почве Старошешминского района всего на 0,33 мг/кг.

Результаты исследования

Установлено, что после полива почвы солью никеля, концентрация никеля в почве увеличивается, а после всходов семян укропа в обоих случаях резко уменьшается. Именно этот факт подтверждает наличие миграции никеля из почвы в растение укропа.

Результаты исследования показали, что данные виды почв содержат никель в больших количествах, значительно выше допустимого значения (4 мг/кг почвы). В почве «Торфогрунт» никель превышает норму в 3,5 раза (0,014мг/гр - 14мг/кг), а в биогумусе «Живая земля» превышает в 2,4 раза (0,0096мг/гр—9,6мг/кг почвы). Таким образом, данные почвы содержат избыточное количество Ni, превышающее допустимый уровень загрязнения и следовательно почвы при наличии миграции тяжелых металлов в продукты питания могут представлять опасность для здоровья человека, вызывая различные заболевания.

Концентрация никеля в почвах Старошешминского района немного превышает допустимый норматив (на 0,33 мг/кг выше нормы), однако ближе к Нижнекамскому промышленному узлу данные показатели значительно возрастают (на 1,8 мг/кг выше нормы), что вероятно связано с газодымовыми выбросами и значительным загрязнением атмосферы.

Литература

1. Вертинская Г.К. Методика отбора почвы при контроле загрязнения окружающей среды металлами/Загрязнение атмосферы, почвы, природных вод, растительности, сборник статей под ред. Бобовниковой Ц.И.—М.: Гидрометеониздат, 1983.—183с.
2. Муравьев А.Г. Карриев Б.Б. Оценка экологического состояния почвы. Практическое руководство./ Под ред. А.Г.Муравьева.—СПб.: Кримас+, 2008.—216с.
3. Руководство к практическим занятиям в лаборатории «Экология и охрана окружающей среды». Учебное пособие для вузов/ под ред. А.Г. Муравьева.— СПб.: «Кримас+», 2010.—90с.
4. Гарайшина Э.Г. Принципы обеспечения промышленной безопасности ОАО «Нижнекамскнефтехим» // Вестник КНИТУ. — 2013. — №7. — С.225.
5. Тунакова Ю.А., Чудакова О.Г., Галимова А.Р., Габдрахманова Г.Н. Хроматографический анализ с использованием полидивинилбензола на содержание анионов в почве / Ю.А. Тунакова, О.Г. Чудакова, А.Р. Галимова, Г.Н. Габдрахманова // Вестник КНИТУ, № 1, 2013.—С. 54-56.