

Елисеева Юлия Владимировна

Магистрант

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова  
Высшая школа естественных наук и технологий, Архангельск, Россия

E-mail: [yu.eliseeva@bk.ru](mailto:yu.eliseeva@bk.ru)

### **Выявление корреляционных зависимостей свойств почвенного покрова г. Архангельска с показателями фитотоксичности**

Почвенный покров – базовый компонент экосистемы любого города. Он имеет очень большое значение в жизнедеятельности растений и животных, фильтрации вод и является особым регулятором газового состава атмосферы окружающей среды [4].

Метод фитотестирования является универсальным для определения экологического состояния почв за счет того, что в комплексе учитывает влияние всех факторов на тестируемое растение – физико-химические свойства субстрата, содержание в нем ТМ и НП [2, 3].

Показатели фитотоксичности почв (энергия прорастания, коэффициент ингибирования, индекс токсичности тест-реакции) показал, что почвы г. Архангельска не являются токсичными либо имеют низкую степень токсичности. Именно поэтому важно выявить корреляционные зависимости этих факторов на показатели фитотоксичности.

Цель работы – провести корреляционный анализ данных физико-химических свойств почв, содержания тяжелых металлов и нефтепродуктов в исследованных почвах с показателями фитотоксичности для выявления зависимостей.

Для анализа были использованы почвенные образцы верхнего горизонта (0-10 см) с 16-ти пробных площадей города Архангельска, отличающихся антропогенной и автотранспортной нагрузкой, с наличием или отсутствием древесной растительности.

На базе лаборатории биогеохимических исследований ВШЕНиТ С(А)ФУ были определены следующие физико-химические параметры: рН – по ГОСТ 26423-85, гранулометрический состав почв согласно ГОСТ 12536-79, органическое вещество - по ГОСТ 26213-91, аммонийный азот - по ГОСТ 26716-85, нитратный азот согласно ГОСТ 26951-86, подвижные формы фосфора и калия – по ГОСТ 26207-91 и ГОСТ 27753.6-88, соответственно. Содержание нефтепродуктов в почвах определяли флуориметрическим методом на приборе Флюорат – 02 – 2М согласно ПНД Ф 16.1.21-98.

На базе ЦКП НО «Арктика» (САФУ) при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (уникальный идентификатор работ RFMEFI59414X0004) было определено валовое содержание (ВС) ТМ (Pb, Zn, Cu, Ni, Co, Mn, Cr, V, Sr) методом рентгено-флуоресцентной спектроскопии, согласно М 049-П/04 [1], содержание подвижных форм (ПФ) ТМ (Pb, Zn, Cu, Ni, Co, Mn) – методом атомно-абсорбционной спектроскопии, согласно РД 52.18.289-90, из ацетатно-аммонийной буферной вытяжки с рН = 4,8.

Для определения фитотоксичности почв в качестве тест-растения был выбран кресс-салат сорта «Забавя». Биотестирование почвенных проб проводили согласно ГОСТ 10968-88, ГОСТ 12038-84, ГОСТ 22030-2009.

Для корреляционного анализа предварительно была проведена проверка на нормальное распределение Шапиро-Уилка, все грубые наблюдения были удалены и выборка доведена до уровня значимости более 0,05.

В результате корреляционного анализа, установлены прямые значительные связи длины корня с валовым содержанием V (0,54) и подвижными формами Cu (0,75) (таблица 1). Выявлены прямые умеренные связи: энергии прорастания с содержанием K<sub>2</sub>O (0,32); длины корня с рН (0,32), содержанием нефтепродуктов (0,48), валовым содержанием Cr (0,37) и Pb (0,34), содержанием подвижных форм Pb (0,31) и Ni (0,31); длины гипокотилия с валовым содержанием V (0,31). Также установлены обратные высокие зависимости длины гипокотилия и рН (-0,82); обратные значительные связи энергии прорастания с содержанием органического вещества (-0,56).

Таблица 1 - Коэффициенты корреляции показателей фитотоксичности с физико-химическими свойствами почв и содержанием в них ТМ и НП

|                               | Энергия прорастания |                           |           | Длина корня        |                           |           | Длина гипокотилия  |                           |           |
|-------------------------------|---------------------|---------------------------|-----------|--------------------|---------------------------|-----------|--------------------|---------------------------|-----------|
|                               | Корреляция Пирсона  | Значимость (двусторонняя) | Кол-во НП | Корреляция Пирсона | Значимость (двусторонняя) | Кол-во НП | Корреляция Пирсона | Значимость (двусторонняя) | Кол-во НП |
| рН                            | 0,1                 | 0,71                      | 16        | 0,32               | 0,23                      | 16        | -0,82              | 0,76                      | 16        |
| Физ.глина                     | -0,00               | 0,98                      | 16        | 0,25               | 0,35                      | 16        | 0,03               | 0,9                       | 16        |
| Орг. вещество                 | -0,56               | 0,03                      | 16        | 0,3                | 0,26                      | 16        | 0,27               | 0,32                      | 16        |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | -0,04               | 0,89                      | 16        | -0,38              | 0,15                      | 16        | -0,31              | 0,24                      | 16        |
| K <sub>2</sub> O              | 0,32                | 0,22                      | 16        | -0,16              | 0,56                      | 16        | -0,32              | 0,23                      | 16        |
| Общ.мин.азот                  | -0,48               | 0,08                      | 14        | 0,00               | 1                         | 14        | 0,11               | 0,7                       | 14        |
| Нефтепродукты                 | -0,05               | 0,86                      | 16        | 0,48               | 0,06                      | 16        | 0,13               | 0,63                      | 16        |
| Марганец (BC)                 | -0,13               | 0,64                      | 16        | -0,16              | 0,56                      | 16        | 0,02               | 0,94                      | 16        |
| Ванадий (BC)                  | -0,33               | 0,21                      | 16        | 0,54               | 0,03                      | 16        | 0,31               | 0,25                      | 16        |
| Стронций (BC)                 | 0,14                | 0,59                      | 16        | 0,22               | 0,4                       | 16        | 0,19               | 0,49                      | 16        |
| Хром (BC)                     | 0,00                | 0,99                      | 11        | 0,37               | 0,26                      | 11        | -0,05              | 0,89                      | 11        |
| Медь (BC)                     | -0,18               | 0,55                      | 14        | -0,25              | 0,39                      | 14        | -0,03              | 0,93                      | 14        |
| Никель (BC)                   | -0,17               | 0,56                      | 14        | -0,26              | 0,37                      | 14        | -0,03              | 0,92                      | 14        |
| Свинец (BC)                   | -0,49               | 0,07                      | 14        | 0,34               | 0,24                      | 14        | 0,05               | 0,86                      | 14        |
| Кобальт (BC)                  | -0,18               | 0,57                      | 12        | -0,3               | 0,93                      | 12        | -0,36              | 0,25                      | 12        |
| Цинк (BC)                     | -0,32               | 0,25                      | 15        | 0,05               | 0,87                      | 15        | 0,09               | 0,76                      | 15        |
| Свинец (ПФ)                   | -0,59               | 0,02                      | 16        | 0,31               | 0,24                      | 16        | 0,06               | 0,81                      | 16        |
| Цинк (ПФ)                     | -0,23               | 0,4                       | 15        | -0,23              | 0,4                       | 15        | 0,03               | 0,92                      | 15        |
| Медь (ПФ)                     | -0,26               | 0,37                      | 14        | 0,75               | 0,00                      | 14        | 0,4                | 0,16                      | 14        |
| Никель (ПФ)                   | -0,75               | 0,00                      | 11        | 0,31               | 0,35                      | 11        | 0,28               | 0,4                       | 11        |
| Кобальт (ПФ)                  | -0,29               | 0,28                      | 16        | 0,28               | 0,29                      | 16        | 0,08               | 0,76                      | 16        |
| Марганец (ПФ)                 | -0,22               | 0,49                      | 12        | -0,09              | 0,77                      | 12        | 0,02               | 0,96                      | 12        |

Кроме этого отмечены обратные высокие зависимости энергии прорастания с содержанием подвижных форм Ni (-0,75), значительные связи энергии прорастания с содержанием подвижных форм Pb (-0,59), умеренные связи – энергии прорастания с содержанием общего минерального азота (-0,48), валовым содержанием V (-0,33), Pb (-0,49) и Zn (-0,32); длины корня с содержанием P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (-0,38); длины гипокотилия с содержанием P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (-0,31), K<sub>2</sub>O (-0,32) и Co (-0,36).

Таким образом, несмотря на низкую фитотоксичность почв г. Архангельска наблюдается множество корреляционных зависимостей показателей фитотоксичности с физико-химическими свойствами почв (рН, содержанием органического вещества, общего минерального азота, фосфора и калия), содержанием нефтепродуктов, валовым содержанием (V, Cr, Pb, Zn, Co) и п содержанием подвижных форм (Cu, Pb, Ni) тяжелых металлов.

Научный руководитель д.б.н., к.х.н., доцент, профессор кафедры химии и химической экологии ВШЕНиТ САФУ.

*Нормативные ссылки:*

ПНД Ф 16.1.21-98 Количественный химический анализ. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02».

РД 52.18.595-96 Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды.

ГОСТ 10968-88 Зерно. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания.

ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.

ГОСТ 12536-79 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.

ГОСТ 22030-2009 Качество почв. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений.

ГОСТ 26207-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.

ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.

ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки.

ГОСТ 26716-85 Удобрения органические. Методы определения органического азота.

ГОСТ 26951-86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом.

ГОСТ 27753.6-88 Грунты тепличные. Методы определения водорастворимого калия.

*Литература:*

1 Методика выполнения измерения массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа М049-П/04. — СПб.: ООО «НПО Спектрон», 2002.

2 Лисовицкая, О.В. Фитотестирование: основные подходы, проблемы лабораторного метода и современные решения [Электронный ресурс] / Лисовицкая О.В., Терехова В.А. // Доклады по экологическому почвоведению. – 2010. - №1. – вып.13. – С. 1-18. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=1555>

1371, доступ из НЭБ «E-library» (дата обращения 23.05.2018). – Загл. с экрана.

3 Маячкина, Н.В. Особенности биотестирования почв с целью их экотоксикологической оценки / Маячкина Н.В., Чугунова М.В. // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского: Биология. – 2009. - №1. – с.84-93. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=11741091>, доступ из НЭБ «E-library» (дата обращения: 23.05.2018). – Загл. с экрана.

4 Экологическая ситуация в Архангельской области: проблемы и перспективы оздоровления, часть 1 – Архангельск: Центр экологических инвестиций, 2000.-58с.