

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ HORDEUM VULGARE НА ПОЧВЕ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ БЕНЗ(А)ПИРЕНОМ

**Барбашев А.И., Сушкова С.Н., Минкина Т.М., Дудникова Т.С., Антоненко Е.М.**

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

**Аннотация.** Изучено влияние диатомита и трепела, внесенных в почву, искусственно загрязненную бенз(а)пиреном. Установлено снижение токсического воздействия БаП на растения ячменя при внесении диатомита и трепела в качестве мелиорантов в загрязненную почву. Показано улучшение характеристик роста растений, выращенных на почвах, загрязненных БаП, с внесением диатомита и трепела в 2-3 раза по сравнению с загрязненными образцами.

**Ключевые слова:** чернозем, загрязнение, БаП, диатомит, трепел, модельный эксперимент.

## INFLUENCE OF MINERAL SORBENTS ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF HORDEUM VULGARE ON SOIL POLLUTED BY BENZ(A)PYRENE

**Barbashev A.I., Sushkova S.N., Minkina T.M., Dudnikova T.S., Antonenko E.M.**

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

**Abstract.** The effect of diatomite and tripoli added into the soil artificially contaminated with benzo[a]pyrene was studied. A decrease in the toxic effect of BaP on barley plants was established when diatomite and tripoli were added as ameliorants to contaminated soil. The improvement of plants grown characteristics on soils contaminated with BaP with the addition of diatomite and tripoli was shown up to 2-4 times compare to contaminated samples.

**Keywords:** chernozem, benzo[a]pyrene, contamination, diatomite, tripoli, model experiment.

Бенз(а)пирен (БаП) представляет собой стойкий органический загрязнитель, который распространен в окружающей среде. БаП обычно присутствует в воде, воздухе, почве, продуктах питания и живых организмах и долгое время сохраняются в окружающей среде [1]. Его токсичность, мутагенные и канцерогенные свойства, а также потенциал накопления в окружающей среде привели к изучению полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), в том числе и БаП [2-3]. Влияние ПАУ на структуры растений очень разнообразно, так разные ПАУ концентрируются и оказывают свое действия на различные структуры клеток. Поглощение через корни растений является основным источников поступления ПАУ в надземную часть растения. Способность БаП к аккумуляции в растениях и миграции в почве зависит, главным образом, от сорбционных свойств почвенного матрикса, а также от его физико-химических свойств, в первую очередь, - это его водорастворимость и способность к переходу в почвенный раствор [4]. Изучение БаП и других ПАУ в загрязненной почве поможет изучить их особенности и подобрать оптимальное решение для уменьшения негативного влияния БаП на почву и растения. Перспективу использования имеют минеральные сорбенты, которые обладают уникальными физико-химическими свойствами (высокая емкость, стабильная поглотительная способность, минимальное каталитическое воздействие на очищаемые среды, достаточная прочность, гидрофобность). Такими сорбентами являются диатомит и трепел, благодаря своим свойствам и структуре они сорбируют БаП, делая его недоступным растениям, снижая негативного воздействие на последние [5-6].

Целью исследования было изучить влияние минеральных сорбентов на рост и развитие *Hordeum vulgare*, выращенного в почве, загрязненной БаП.

Исследования проводили в условиях модельного вегетационного опыта. В эксперименте использовали почву и растительные образцы, отобранные из верхнего слоя 0-20 см на целинном участке почвенного природного заповедника «Персиановский». Исследуемая почва - чернозем обыкновенный. Предварительно просушенную воздушно-сухую почву просеивали через сито диаметром 1 мм и помещали по 50 г в чашку Петри. На поверхность почвы вносили раствор БаП в ацетонитриле из расчета создания концентрации загрязнителя в почве 200 нг/г или 10 ПДК, а также вносили 2,5% (от объема почвы) трепела и диатомита в каждую чашку. Сосуды засеивали тест-культурой ячмень яровой (*Hordeum vulgare*) сорта «Одесский-100».

Растения культивировали при температуре воздуха +25°C и постоянной влажности в течение 7 суток, ежедневно поливая до НПВ. По завершению опыта, растения отбирали, выкладывали на фильтровальную бумагу и измеряли показатели.

Получены данные по средней длине корня и высоте растений ячменя ярового, выращенного в условиях модельного вегетационного опыта с искусственным загрязнением почвы БаП и добавлением диатомита, представлены на рис. 1.

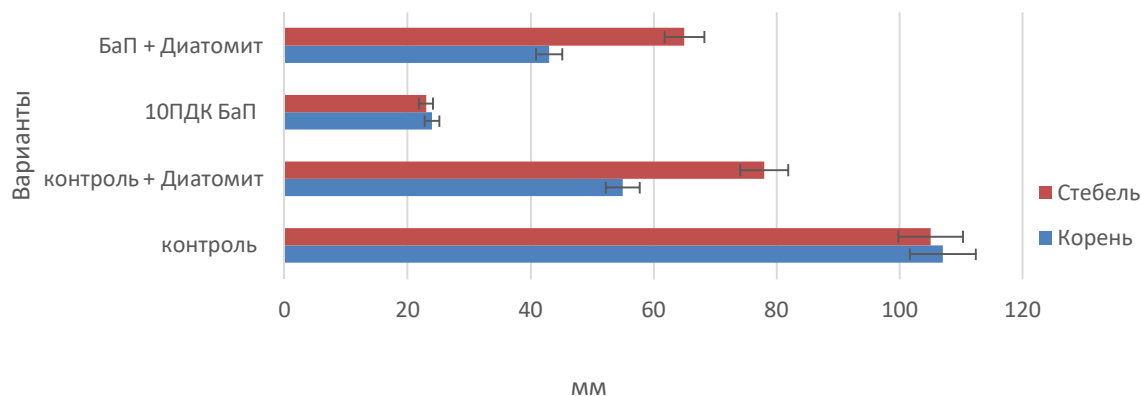


Рисунок 1 - Изменение показателей длины корня и высоты стебля растений ячменя при добавлении БаП и диатомита

Установлено, что средняя длина корня и высоты стебля растений ячменя, выращенного на незагрязненной контрольной почве, составила, в среднем, 107 и 105 мм, соответственно. При добавлении в контрольный образец диатомита, данные показатели составили 81 и 93 мм, соответственно. В почве, загрязненной БаП, установлено негативное влияние загрязняющего вещества на длину корня и высоту стебля растений, что привело к значительному снижению показателей средней длины корня и высоты стебля растений ячменя до 24 и 23 мм, соответственно. При внесении диатомита, установлено увеличение средней длины корня и высоты растений ячменя до 51 и 65 мм, что в 2-3 раза превышало значения данных показателей в загрязненной почве без добавления сорбента.

На рисунке 2 показано изменение длины корня и высоты растений, выращенных в условиях модельного вегетационного опыта с искусственным загрязнением почвы БаП и добавлением трепела.

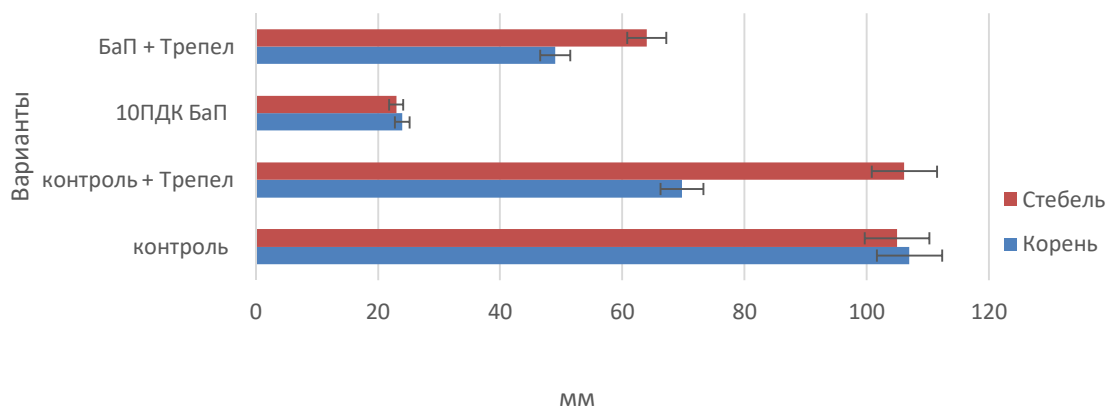


Рисунок 2 - Изменение показателя длины корня и высоты стебля растений ячменя при добавлении БаП и трепела

Аналогично образцам с добавлением диатомита, в образце с чистой почвой и добавлением трепела происходило незначительное снижение показателя средней длины корня и высоты стебля растений. Средняя длина корня растений в образце с чистой почвой и добавлением трепела составила 69,8 мм, а высота стебля 106,2 мм. В загрязненном образце средняя длина корня растений была в 2 раза ниже, а высота стебля - в 3 раза ниже по сравнению с загрязненным образцом, в который был добавлен трепел. Данные показатели составили - 24 и 49 мм, 23 и 64 мм, соответственно.

Таким образом, установлено влияние диатомита и трепела на загрязненную почву и, как следствие, на рост корня и стебля ячменя ярового. По показателям длины корня и высоты стеблей растений ячменя ярового, выращенного на загрязненных БаП почвах, показано, что диатомит и трепел позволили снизить токсический эффект БаП по сравнению с незагрязненными образцами. Вследствие этого, можно предположить, что внесение диатомита и трепела является перспективным методом восстановления почв при загрязнении БаП.

#### **Список использованных источников**

1. El-Shahawi M. S. et al. An overview on the accumulation, distribution, transformations, toxicity and analytical methods for the monitoring of persistent organic pollutants //Talanta. – 2010. – Т. 80. – №. 5. – С. 1587-1597. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2009.09.055>
2. Yan-Zheng G. A. O. et al. Surfactant-enhanced phytoremediation of soils contaminated with hydrophobic organic contaminants: potential and assessment //Pedosphere. – 2007. – Т. 17. – №. 4. – С. 409-418. DOI: 10.1016/S1002-0160(07)60050-2
3. Sung K. et al. The use of box lysimeters with freshly contaminated soils to study the phytoremediation of recalcitrant organic contaminants //Environmental science & technology. – 2002. – Т. 36. – №. 10. – С. 2249-2255. DOI: 10.1021/es015645t
4. Геннадиев А.Н., Цибарт А.С. Факторы и особенности накопления пирогенных полициклических ароматических углеводородов в почвах заповедных и антропогенно измененных территорий //Почвоведение. – 2013. – №. 1. – С. 32-40.
5. Ivanov S. E., Belyakov A. V. Diatomite and its applications //Glass & Ceramics. – 2008. – Т. 65.
6. Кутлыева А. Г. Природные минеральные сорбенты и методы их модификации //Наука, образование и инновации. – 2016. – С. 207-210.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента, МК-2973.2019 и РФФИ 19-29-05265 мк.