

УДК 66.047

ВЛИЯНИЕ НИТРАТА СВИНЦА НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОРОСТКОВ ЯЧМЕНЯ**А.А. Празян, С.В. Битаршвили, Е.С. Макаренко, М.А. Лыченкова, М.С. Подлущкий***Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии» Обнинск, Россия*

В условиях роста техногенной нагрузки проблема загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами приобрела особую актуальность. Свинец считается одним из наиболее токсичных тяжелых металлов и относится к первому классу опасности вредных веществ. Основными источниками его поступления в окружающую среду являются автомобильные выхлопы, выбросы заводов, добавки в пигменты, удобрения и пестициды, производство металлических покрытий, хранилища источников питания, отходы горной промышленности и др.

В почве катионы металла быстро связываются с образованием малорастворимых соединений, и прочно удерживаются почвенными коллоидами. Попадая в растения из почвы или в виде аэрозолей, свинец накапливается преимущественно в корнях [1]. В присутствии высоких концентраций свинца происходит выраженное ингибирование роста и снижение биомассы растений [3].

Повсеместное загрязнение тяжелыми металлами почв, в том числе и сельскохозяйственных угодий, создает потребность в исследованиях механизмов их действия на ценные культуры растений. В связи с этим целью нашей работы явилось изучение действия $Pb(NO_3)_2$ на морфологические параметры проростков ячменя. Данная работа представляет собой первый этап комплексного исследования влияния свинца на сельскохозяйственные культуры, включающего биохимические и генетические показатели.

В качестве объекта исследования был выбран яровой ячмень (*Hordeum vulgare* L.) сорта Нур (первая репродукция, урожай 2019 г.). Ячмень является распространённой сельскохозяйственной культурой и хорошо изученным биологическим объектом.

Для оценки действия свинца использовали соль $Pb(NO_3)_2$, разведенную в концентрациях 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 6, 7, 8 мг Pb^{2+} /мл. Семена ячменя проращивали в рулонах фильтровальной бумаги и полиэтиленовой пленки согласно ГОСТ 12038–84 [3] и рекомендациям Р.С. Бабаян [2]. В каждом рулоне в среднем по 100 семян. Рулоны ставили в стаканы с растворами $Pb(NO_3)_2$ (100 мл) и помещали в инкубатор (MIR-254, “Sanyo”, Япония) для проращивания при постоянной температуре 20 °С. На седьмой день оценивали длину побега и корня, массу корешков и также процент всхожести семян в соответствии с ГОСТ 12038–84 [3].

Экспериментальные данные проверяли на наличие значений, выходящих за пределы 95 % доверительного интервала. Результаты анализировали статистическими методами с использованием STATISTICA 6.0 и R. Статистическую значимость отличий оценивали с помощью критерия Стьюдента и критерия Манна-Уитни.

Исследование зависимости показателей длины побега и корня к действию свинца было проведено в трех повторностях с широким диапазоном концентраций от 1 до 8 мг/мл для выявления ингибирующего и стимулирующего эффекта. В результате эксперимента было показано, что применение свинца в данных концентрациях ведет к снижению длины корней и увеличению длины побегов у проростков ячменя сорта Нур.

Статистически значимое увеличение длины побега (112.37 мм) отмечали уже при концентрации 1.5 мг/мл, в то время как контрольные значения не превышали 95 мм (рис. 1). В дальнейшем с увеличением концентраций эффект сохранялся. Максимальное значение длины побега (118.65 мм) зафиксировано при концентрации 6 мг/мл.

В случае с корнями (рис. 2) наблюдался противоположный эффект: начиная с концентрации Pb 1 мг/мл, выявлено ингибирование роста корней (111.76 мм) относительно контроля (140.67 мм), которое сохранялось с увеличением концентрации свинца.

При повышении концентрации более 1,5 мг/мл наблюдалось изменение цвета корней, свидетельствующее о некрозе. С увеличением концентрации тяжелого металла, степень некротических повреждений усиливалась.

При использовании концентраций 1; 1.5; 2 мг/мл масса корней проростков ячменя незначительно увеличивалась (рис. 3). При концентрациях 2.5–8 мг/мл масса корней статистически значимо снижалась, при этом росла степень некротического поражения. Исключение составляет концентрация 6 мг/мл, при которой масса корней не отличается от контроля.

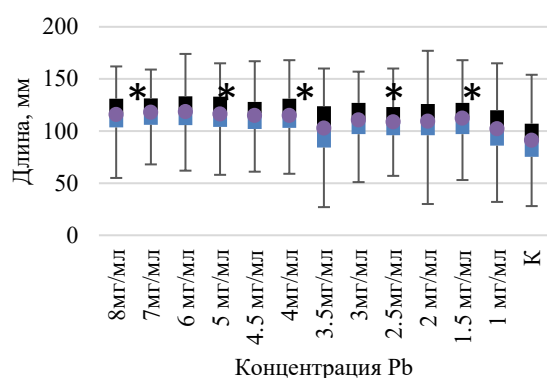


Рисунок 1. Зависимость длины побега от концентрации Pb.

* Различия статистически значимы по сравнению с контрольными значениями, $p < 0.05$.

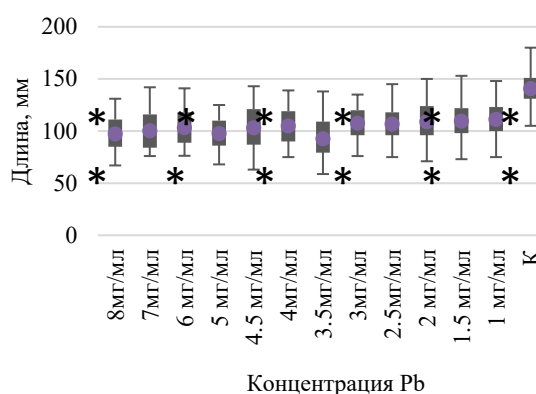


Рисунок 2. Зависимость длины корня от концентрации Pb

* Различия статистически значимы по сравнению с контрольными значениями, $p < 0.05$

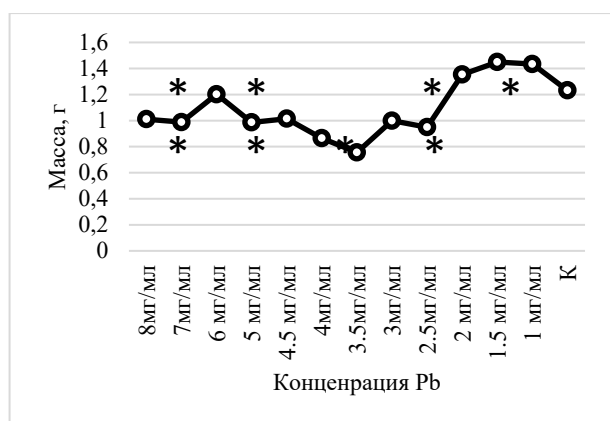


Рисунок 3. Зависимость массы корня от концентрации Pb

* Различия статистически значимы по сравнению с контрольными значениями, $p < 0.05$

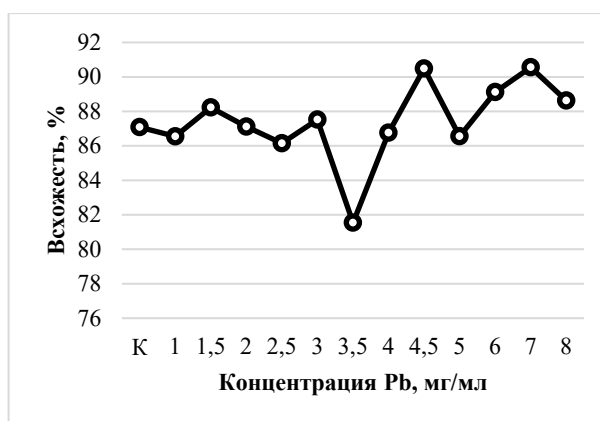


Рисунок 4. Зависимость процента всхожести семян от концентрации Pb

При анализе всхожести семян (рис. 4) исследовались 69 рулонов, в среднем по 100 семян в каждом. Было выяснено, что процент всхожести варьируется от 81 % до 91 %, наименьший процент обнаружен при концентрации 3,5 мг/мл.

В ходе исследования морфологических параметров проростков ячменя в результате действия свинца было выявлено уменьшение длины и массы корней и их поражение некрозом, и увеличение длины побегов. Вероятно, стимуляция роста побегов связана с перераспределением питательных веществ и энергии в проростках. Серьезные повреждения корневой системы, вероятно, приведут к ингибированию роста и развития растения в последующем ходе онтогенеза, т. к. корень выполняет важнейшие функции, такие как всасывание и проведение воды и минералов, синтез биологически активных веществ и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 170 с.
2. Бабаян Р.С. Проращивание семян в рулонах из фильтровальной бумаги и полиэтиленовой пленки // Сельскохозяйственная биология. 1981. № 3.С. 473–475
3. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Межгосударственный стандарт. Стандарты на методы контроля. М., 2002. 28 с Гуральчук, Ж.З. Механизмы устойчивости растений к действию тяжелых металлов / Ж.З. Гуральчук // Физиология и биохимия культурных растений. – 1994. – Т.26. – No2. – С. 107–117
4. Ильин Б.В. Тяжелые металлы в системе почва – растение. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – 151 с.