

Научная статья

УДК 633.11

EDN CWOTOR

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0629-3-54-59>

Влияние присутствия тяжелых металлов на всхожесть семян и морфометрические показатели проростков пшеницы Новосибирская-15

Галина Александровна Демиденко, доктор биологических наук, профессор
Красноярский государственный аграрный университет
Красноярский край, Красноярск, Россия, demidenkoekos@mail.ru

Аннотация. Тяжелые металлы (например, цинк и медь) могут являться для растений не только вредными веществами, но и полезными микроэлементами. Микроэлементы участвуют в физиологических и биохимических процессах в растениях. Соли тяжелых металлов, как микроэлементы, позитивно влияют на всхожесть семян и развитие проростков пшеницы.

Ключевые слова: тяжелые металлы, концентрация, пшеница, всхожесть, морфометрические показатели

Для цитирования: Демиденко Г. А. Влияние присутствия тяжелых металлов на всхожесть семян и морфометрические показатели проростков пшеницы Новосибирская-15 // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 18–19 апреля 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 54–59.

Original article

The effect of the presence of heavy metals on seed germination and morphometric parameters of wheat seedlings Novosibirskaya-15

Galina A. Demidenko, Doctor of Biological Sciences, Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk krai, Krasnoyarsk, Russia
demidenkoekos@mail.ru

Abstract. Heavy metals (for example, zinc and copper) can be not only harmful substances for plants, but also useful trace elements. Trace elements are involved in physiological and biochemical processes in plants. Heavy metal salts, as trace elements, have a positive effect on seed germination and the development of wheat seedlings.

Keywords: heavy metals, concentration, wheat, germination, morphometric indicators

For citation: Demidenko G. A. The effect of the presence of heavy metals on

seed germination and morphometric parameters of wheat seedlings Novosibirskaya-15. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 18–19 aprelya 2024 g.)* (PP. 54–59), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024 (in Russ.).

Введение. Главными источниками загрязнения почв тяжелыми металлами в окрестностях крупных городов являются промышленные предприятия. Красноярск – крупный промышленный центр и транспортный узел Восточной Сибири. Агроэкосистемы, прилегающие к территории города, испытывают влияние промышленных предприятий [1, 2]. Также в сельскохозяйственные земли вносятся минеральные удобрения; используются химические средства защиты, содержащие соли тяжелых металлов.

Поступая с газопылевыми выбросами в атмосферу, они с атмосферными осадками выпадают на поверхность земли и, проникая в почву, связываются с органическим веществом. Актуальной экологической проблемой является защита пищевой цепи от загрязнения тяжелыми металлами и предотвращение их аккумуляции в сельскохозяйственных культурах и загрязнения продуктов питания [3–6]. Тяжелые металлы как снижают, так и повышают численность микроорганизмов в почве; снижают скорость разложения мочевины и целлюлолитическую способность черноземов; ингибируют действие ферментов; изменяют биологическую активность почвы [6].

Цель исследования – *определить в лабораторном опыте оптимальную концентрацию растворов цинка и меди на всхожесть семян, длину стебля и корня пшеницы сорта Новосибирская-15.*

Объект исследования: сорт пшеницы Новосибирская-15, созданный методом межродовой сложной ступенчатой гибридизации (Безенчунская 98 × Иртышанка 10) × Тулунская 10, с последующим индивидуальным отбором. Сорт раннеспелый, вегетационный период 66–74 дня. На инфекционном поле пока-

зал устойчивость к пыльной головне; средне поражается ржавчиной и мучнистой росой. Сорт формирует зерно по уровню сильной пшеницы.

Методика исследования. Использовался метод рулонных культур. На фильтровальной бумаге размещали 20 семян пшеницы, складывали в рулон и помещали в стакан с изучаемым раствором. Повторность трехкратная. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема полевого опыта

Номер варианта опыта	Химический элемент	Концентрация вещества, мг/л
1	Контроль	–
2	Цинк	50,0
3	Цинк	25,0
4	Цинк	12,5
5	Медь	18,0
6	Медь	9,0
7	Медь	4,5

В качестве программного обеспечения для обработки данных использовали программу STATISTICA 8.0.

Результаты исследования. В земледельческой части Красноярского края [4] уровень содержания кислоторастворимых форм (HNO_3 1:1) цинка, меди, свинца, кадмия, кобальта, никеля, марганца, ртути, хрома находится в пределах естественного фона и их концентрация приближена к 0,5 уровня предельно допустимых концентраций (табл. 2).

Тяжелые металлы (например, цинк и медь) могут являться для растений не только вредными веществами, но и полезными микроэлементами. Микроэлементы участвуют в физиологических и биохимических процессах в растениях: входят в состав ростовых веществ, витаминов, ферментов; обеспечивают протекание процессов распада, синтеза, обмена органических веществ.

Медь и цинк необходимы растениям в небольших количествах. Медь способствует фиксации азота и ее дефицит в зерновых культурах приводит к

уменьшению образования зерен и к увеличению «пустозернистости» колосьев. Цинк входит в состав ферментов, участвует в обмене веществ, биосинтезе витаминов и ростовых веществ – ауксинов. В растениях цинк накапливается в семенах. При его недостатке угнетаются интенсивность формирования генеративных органов и образование семян.

Таблица 2 – Группировка почв края по содержанию тяжелых металлов

Химический элемент	Распределение площади края по группам содержания тяжелых металлов, %	
	первая группа	вторая группа
Цинк	41,8	58,2
Медь	69,6	30,4
Свинец	41,8	58,2
Кадмий	48,6	51,4
Кобальт	61,4	38,6
Никель	98,7	1,3
Марганец	72,1	27,9
Ртуть	97,6	2,4
Хром	–	100,0

Всхожесть семян пшеницы и состояние ее проростков являются основными показателями качества семенного материала. На них оказывает влияние концентрация солей тяжелых металлов. Влияние концентрации цинка и меди (мг/л) на всхожесть семян пшеницы показана в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние концентрации цинка и меди на всхожесть семян пшеницы

Концентрация цинка, мг/л	Всхожесть, %	Концентрация меди, мг/л	Всхожесть, %
контроль	80	контроль	80
1; Zn = 50,0	65	1; Cu = 18,0	70
1:1; Zn = 25,0	85	1:1; Cu = 9,0	85
1:3; Zn = 12,5	95	1:3; Cu = 4,5	90

Всхожесть семян пшеницы при применении раствора с концентрацией цинка 12,5 мг/л составила 95 %, а при концентрации меди 4,5 мг/л достигала 90 %. Достоверность значений $P = 0,95$.

Влияние концентрации цинка и меди (мг/л) на морфометрические показатели проростков (длина стебля и корня пшеницы) показана в таблице 4.

Таблица 4 – Влияние концентрации цинка и меди на длину стебля и корня пшеницы

Концентрация цинка, мг/л	Длина, см	Концентрация меди, мг/л	Длина, см
<i>Стебель пшеницы</i>			
контроль	12,7	контроль	12,7
1; Zn = 50,0	9,2	1; Cu = 18,0	5,7
1:1; Zn = 25,0	13,3	1:1; Cu = 9,0	6,3
1:3; Zn = 12,5	14,6	1:3; Cu = 4,5	13,4
<i>Корень пшеницы</i>			
контроль	13,8	контроль	13,8
1; Zn = 50,0	8,2	1; Cu = 18,0	8,1
1:1; Zn = 25,0	13,6	1:1; Cu = 9,0	10,2
1:3; Zn = 12,5	14,8	1:3; Cu = 4,5	14,2

При добавлении цинка наибольшая длина стебля наблюдается при его концентрации 12,5 мг/л и составляет 14,6 см, а при концентрации 4,5 мг/л – 13,4 см. Наибольшая длина корня пшеницы наблюдается при концентрации цинка 12,5 мг/л (14,8 см), а при концентрации меди 4,5 мг/л она достигает уровня 14,2 см. Достоверность значений $P = 0,95$.

Заключение. *Выбросы предприятий городов, применение удобрений и средств химической защиты способствуют попаданию тяжелых металлов в почву и сельскохозяйственную продукцию. Соли тяжелых металлов, как микроэлементы, позитивно влияют на всхожесть семян и развитие проростков пшеницы.*

Список источников

1. Демиденко Г. А., Турыгина О. В. Влияние алюминиевой промышленности на загрязнение сельскохозяйственных растений фтором // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 95. С. 12–19.
2. Демиденко Г. А. Содержание тяжелых металлов в почвах города Канска // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф. Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2020. С. 265–267.

3. Боков Т. И. Эколого-технологические аспекты поведения тяжелых металлов в системе «почва – растение – животные – продукты питания человека». Новосибирск : Российская академия сельскохозяйственных наук, 2004. 206 с.
4. Ерышева О. В., Танделов Ю. П. Пространственное распределение тяжелых металлов в пахотных почвах Красноярского края // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2004. № 6. С. 69–72.
5. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе «почва – растение». Новосибирск : Наука, 1991. 151 с.
6. Соколов А. О., Черников В. А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие: атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды. Пущино, 1999. 164 с.

References

1. Demidenko G. A., Turygina O. V. Influence of the aluminum industry on fluorine pollution of agricultural plants. *Vestnik Irkutskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2019;95:12–19 (in Russ.).
2. Demidenko G. A. The content of heavy metals in the soils of the city of Kansk. Proceedings from Science and education: experience, problems, development prospects: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 265–267), Krasnoyarsk, Krasnoyarskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2020 (in Russ.).
3. Bokov T. I. *Ecological and technological aspects of the behavior of heavy metals in the system "soil – plant – animals – human food"*, Novosibirsk, Rossiiskaya akademiya sel'skokhozyaistvennykh nauk, 2004, 206 p. (in Russ.).
4. Yerysheva O. V., Tandelov Yu. P. Spatial distribution of heavy metals in arable soils of the Krasnoyarsk krai. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2004;6:69–72 (in Russ.).
5. Ilyin V. B. *Heavy metals in the soil-plant system*, Novosibirsk, Nauka, 1991, 151 p. (in Russ.).
6. Sokolov A. O., Chernikov V. A. *Environmental safety and sustainable development: atlas of heavy metals distribution in environmental objects*, Pushchino, 1999, 164 p. (in Russ.).

© Демиденко Г. А., 2024

Статья поступила в редакцию 28.03.2024; одобрена после рецензирования 11.04.2024; принята к публикации 29.05.2024.

The article was submitted 28.03.2024; approved after reviewing 11.04.2024; accepted for publication 29.05.2024.