

## ВЛИЯНИЕ Cu НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ЛЮЦЕРНЫ

Алайдаров М.А.<sup>1</sup> – магистрант второго курса

Юлдашбек Д.Х.<sup>1</sup> – магистр

<sup>1</sup>Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави,

Туркестан, Казахстан, e-mail: davlat-1995.95@mail.ru

### Аннотация

Работа посвящена изучению содержания Cu в тканях люцерны, выращенного в сероземе при модельном загрязнении с использованием инверсионно-вольтамперометрический метод исследований. Экспериментальные исследования проведены в лабораторных и полевых условиях. Для проведения опытов использована сероземная почва с содержанием гумусовых веществ в пределах 1,15 – 1,30 % (0-35 см) и pH 7,5. При характеристике ростовых процессов и развития растений проводили измерение длины побега и корня, фиксировали интенсивность развития побега и корневой системы у проростков люцерны. Определяли сырую и сухую биомассу растений.

Изучено влияние меди на рост и развитие растений люцерны. Модельное загрязнение почвы осуществлялось путем внесения сульфата меди в количестве 1 и 10 ПДК. В модельных опытах содержание Cu на растениях оказалось выше, чем контрольного опыта. Особенно высокое содержание Cu было обнаружено в подземной части люцерны, находящейся в непосредственном контакте с токсикантом.

Ключевые слова: тяжелые металлы, медь, люцерна, транслокация, рост и развитие.

## THE EFFECT OF Cu ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF ALFALFA PLANTS

Alaidarov M.A1. - second-year master's student

Yuldashbek D.X1. – Master

<sup>1</sup>International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi, Turkestan,

Kazakhstan, e-mail: davlat-1995.95@mail.ru

### Annotation

The work is devoted to the study of the Cu content in the tissues of alfalfa grown in serozem under model contamination using the inversion-voltammetric research method. Experimental studies were carried out in laboratory and field conditions. For the experiments, gray-earth soil with a humus content in the range of 1.15 - 1.30% (0-35 cm) and a pH of 7.5 was used. When characterizing the growth processes and development of plants, the length of the shoot and root was measured, the intensity of the development of the shoot and root system in alfalfa seedlings was recorded. The raw and dry biomass of plants was determined.

The influence of copper on the growth and development of alfalfa plants has been studied. Model soil contamination was carried out by adding copper sulfate in the amount of 1 and 10 MPC. In the model experiments, the Cu content on plants turned out to be higher than in the control experiment. A particularly high Cu content was found in the underground part of alfalfa, which is in direct contact with the toxicant.

Keywords: heavy metals, copper, alfalfa, translocation, growth and development.

### Введение

Почва, загрязненная токсичными металлами, является серьезной экологической проблемой во всем мире [1]. Тяжелые металлы и агрохимикаты в больших масштабах попадают в окружающую среду из природных источников и в результате деятельности человека. Антропогенное поступление этих материалов в окружающую среду намного выше,

чем в результате естественных процессов, что приводит к накоплению тяжелых металлов в окружающей среде. Токсичные металлы, накопленные в почве, трудно разлагать или удалять в системах растение-почва, и дальнейшее накопление в тканях растений или органах человека может угрожать росту растений и здоровью человека [2].

В последние десятилетия загрязнение биосферы с медью, резко возросло после промышленного производства и широкого применения химических удобрений и пестицидов, а также использования промышленных сточных вод для орошения [3]. Хотя медь является важным микроэлементом для большинства живых организмов, поскольку он участвует в переносе электронов, окислительно-восстановительных и других метаболических реакциях, избыток меди может вызывать различные морфологические, физиологические и биохимические дисфункции прямо или косвенно в организмах.

Загрязнение Cu как воды, так и почвы не только напрямую угрожает растениям серьезной токсичностью [4], но также ставит под угрозу среду обитания почвенных организмов и наносит ущерб качеству почвы, что в конечном итоге оказывает вредное воздействие на человека.

Являясь одним из важнейших элементов для роста растений, Cu участвует во многих биологических процессах, особенно в ферментативных реакциях. Однако чрезмерная концентрация Cu подавляет рост растений, вызывает дефицит питательных веществ, например азота (N) или фосфора (P), и наносит ущерб системам растение-почва [5].

Ионы Cu очень чувствительны к поглощению корнями растений, конкурируют друг с другом и переносятся в другие органы. Ограничение роста растений, хлороз и некроз листьев, дефицит питательных веществ, потемнение корня, снижение активности антиоксидантных ферментов и перекисное окисление липидов в клетках являются распространенными явлениями повреждения растений, вызванного стрессом Cu [6].

Дефицит питательных веществ и высокая токсичность почв, загрязненных тяжелыми металлами, являются двумя доминирующими факторами, ограничивающими рост растений. Взаимодействия между загрязненными стрессовыми растениями и почвами чрезвычайно сложны, и перенос Cu связан с биохимическими системами растение-почва. Поэтому для стимулирования роста растений и оптимизации потенциальных рисков для здоровья существует настоятельная необходимость в изучении эффективных стратегий, которые могут снизить фитотоксичность металлов и улучшить качество почвы.

Тяжелые металлы, накопленные в почве, трудно разлагать и удалять, и их дальнейшее накопление в тканях растений может вызвать более высокую токсичность для тканей растений. Между тем многолетние травы занимают различные почвы по всему миру, включая многие участки, загрязненные тяжелыми металлами, и они производят корма с

повышенными концентрациями токсичных металлов [7]. Чрезмерное накопление тяжелых металлов в тканях корма наносит ущерб росту растений, снижает урожайность корма и увеличивает риск попадания тяжелых металлов в пищевую цепь.

Кормовые культуры являются наиболее важным источником производства продуктов питания для животноводства, при этом бобовые имеют особое значение. Стойкость и биоаккумуляция тяжелых металлов в тканях организмов позволяют им продвигаться вверх по пищевой цепи. Это послужило толчком к исследованию закономерностей накопления тяжелых металлов и распределение в кормовых культурах в целях обеспечения здоровья потребителей.

Люцерна, как бобовые кормовые культуры, является подходящим выбором для исследований накопления тяжелых металлов из-за их вкусовых качеств, высокой урожайности корма и высокого содержания белка, витаминов, кальция и азота. Люцерна имеет более высокое качество корма, содержание питательных веществ и энергии по сравнению со многими другими кормовыми культурами [8].

Люцерна - многолетняя кормовая трава, которая может выживать в экстремальных условиях и широко распространена в районах добычи полезных ископаемых. Поэтому важно еще больше повысить устойчивость растительных пастбищ к тяжелым металлам, уменьшить их накопление в тканях и увеличить биомассу растений для безопасного животноводства.

Таким образом, увеличение биомассы кормов и уменьшение накопления тяжелых металлов в тканях корма являются важными факторами их эффективного и безопасного использования.

**Целью исследования** было изучение действия Cu на рост и развитие люцерны. А также изучение транслокационных свойств меди.

### **Материал и методы исследования**

В качестве объекта исследования нами выбрано растение - люцерна, который растет во всех климатических зонах и на любых типах почвах. Данная растения имеет развитую корневую систему, тем самым наряду с обогащением почвы азотом, улучшает ее структуру.

Экспериментальные исследования проведены в лабораторных и полевых условиях. Для проведения опытов использована сероземная почва с содержанием гумусовых веществ в пределах 1,15 – 1,30 % (0-35 см) и pH 7,5. Для опытов использованы деревянные ящики без дна с высотой 50 см и площадью 30\*50 см.

Водорастворимые соли меди в концентрациях 1 и 10 ПДК, находившиеся в виде порошка, перемешивали с почвой, а затем помещали в нее семена люцерны. Были поставлены контрольный вариант без загрязнения почвы. Поливы осуществлялись по мере необходимости. При характеристике ростовых процессов и развития растений проводили

измерение длины побега и корня, фиксировали интенсивность развития побега и корневой системы у проростков люцерны. Определяли сырую и сухую биомассу растений. Определение тяжелых металлов в почве и в растительном материале (после сухого озоления) осуществлено вольтамперометрическим методом с использованием прибора Та-Lab.

### Результаты исследования и их обсуждение

Содержание гумусовых кислот исследовано в различных гранулометрических фракциях сероземных почв. На основе этих экспериментов выявлено, что основное содержание гумусовых веществ приходится на фракцию  $< 0,001$  мм. В связи с этим основная масса меди преимущественно накапливается в мелкодисперсных частицах, т.е., где содержится основное количество глинистых минералов и гумусовых кислот. В свою очередь, обогащение мелких частиц с медью представляет угрозу для здоровья, так как именно в составе пыли содержится медь.

Для изучения поведения меди в почвенной системе и в системе почва-растение исследуемый серозем искусственно загрязнен с медью, в концентрациях 1 и 10 ПДК. Значение ПДК для Cu равно 33 мг/кг [9].

Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты транслокации Cu в системе серозем-люцерна

Концентрация меди в исходной почве, ПДК	1-й укос		2-й укос		3-й укос	
	Сухая масса люцерны, г	Содержание Cu в растении, мг/кг	Сухая масса люцерны, г	Содержание Cu в растении, мг/кг	Сухая масса люцерны, г	Содержание Cu в растении, мг/кг
0 (контроль)	271,13±0,7	1,18 ±0,03	318,41±0,2	0,79±0,06	372,28±0,5	0,46±0,04
1	227,62±0,8	3,83±0,09	282,36±0,7	2,91±0,03	326,11±0,2	2,37±0,03
10	190,39±0,4	12,5±0,04	238,64±0,3	5,43±0,05	294,07±0,6	3,26±0,02

Как видно из таблицы 1, при первом укосе мигрированное в растение количество меди зависит от их содержания в почве, т.е. с ростом уровня загрязненность почвы содержание в люцерне Cu возрастает. При этом напротив урожайность значительно падает. При втором и третьем укосах количество Cu, перешедших в растение, уменьшается с ростом его содержания в почве.

Содержание меди в проростках люцерны, выращенных на незагрязненной почве находилось в пределах 0,3 – 2,0 мг/кг сухой массы, что согласуется с результатами, полученными другими авторами [10]. Загрязнение почвы сульфатом меди в количестве 330

мг/кг приводило к резкому увеличению содержания этого элемента в растениях. Несмотря на сведения литературы о малоподвижности меди в почве, в проведенном эксперименте наблюдалась активная аккумуляция Cu люцерной: в почве его накопление наблюдалось в 3 – 10 раз больше по сравнению с контролем. Вероятно, это связано с внесением Cu в водорастворимой сульфатной форме.

Медь является ксенобиотиком, и при загрязнении почвы этим элементом увеличивается нагрузка на проростки люцерны, это в итоге приводит к падению физиологических барьеров на пути транслокации металла, что выражается в более высоком содержании Cu в тканях люцерны.

Примечательно, что в подземной части растения металлов накапливалось больше, чем в надземной части, так как корень находится в непосредственном контакте с поллютантом, а также является первым органом на пути тяжелых металлов в растения. Содержание ионов меди в подземной части оказывалось как минимум в два раза больше, чем в надземной части.

### **Выводы**

Таким образом, исходя из полученных экспериментальных результатов можно сделать следующие выводы: 1) на первом укосе происходит накопление Cu в наземной части, при этом люцерна выполняет роль аккумулятора; 2) при других следующих укосах накопление Cu в наземной части незначительное, в основном медь закрепляется в корневой системе.

Добавление в среду выращивания сульфата меди практически не повлияло на сырую и сухую биомассы растений люцерны. В связи с этим, растения люцерны в большинстве вариантов опыта положительно реагировали на присутствие в среде выращивания меди в концентрациях 1 и 10 ПДК. Cu оказывал более сильное воздействие на ростовые процессы в корнях растений.

### **Список литературы**

1. Qu, C., Shi, W., Guo, J., Fang, B., Wang, S., Giesy, J.P., Holm, P.E. China's Soil Pollution Control: Choices and Challenges / *Environ. Sci. Technol.* 2016. Vol. 50. P. 13181-13183.
2. Wang, Y., Wang, R., Fan, L., Chen, T., Bai, Y., Yu, Q., Liu, Y. Assessment of multiple exposure to chemical elements and health risks among residents near Huodehong lead-zinc mining area in Yunnan, Southwest China / *Chemosphere*. 2017. Vol. 171. P. 613-627.
3. Malinowska E, Jankowski K. Copper and zinc concentrations of medicinal herbs and soil surrounding ponds on agricultural land. *Landscape and Ecological Engineering*. 2017. Vol. 13(1). P. 183–188.
4. Chen J, Shafi M, Li S, Wang Y, Wu J, Ye Z, Peng D, Yan W, Liu D. Copper induced oxidative stresses, antioxidant responses and phytoremediation potential of Moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*). *Scientific Reports*. 2015. Vol. 5. P. 13554.

5. Chou, M., Sun, Y., Yang, J., Wang, Y., Li, Y., Yuan, G., Zhang, D., Wang, J., Wei, G. Comprehensive analysis of phenotype, microstructure and global transcriptional profiling to unravel the effect of excess copper on the symbiosis between nitrogen-fixing bacteria and *Medicago lupulina*. *Science of the Total Environment*. 2019. Vol. 7656. P. 1346-1357.
6. Rusinowski, S., Szada-Borzyszkowska, A., Zieleznik-Rusinowska, P., Malkowski, E., Krzyzak, J., Wozniak, G., Sitko, K., Szopinski, M., McCalmont, J.P., Kalaji, H.M., Pogrzeba, M. How autochthonous microorganisms influence physiological status of *Zea mays* L. cultivated on heavy metal contaminated soils? *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2019. Vol. 26. P. 4746–4763.
7. De Conti, L., Ceretta, C.A., Melo, G.W.B., Tiecher, T.L., Silva, L.O.S., Garlet, L.P., Mimmo, T., Cesco, S., Brunetto, G. Intercropping of young grapevines with native grasses for phytoremediation of Cu-contaminated soils. *Chemosphere*. 2019. Vol. 216. P. 147–156.
8. Cocks PS. Plant attributes leading to persistence in grazed annual medics (*Medicago* spp) growing in rotation with wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1992. Vol.43(7). P. 1559-1570.
9. Ermakov, A. I. Methods of biochemical research of plants / A.I. Ermakov, V.V. Arasimovich, N.P. Yarosh. - 2nd ed., reprint. and additional. – Leningrad (Kolos), 1972. 456 p.
10. Kabbata-Pendias A., Pendias H. Trace elements in soils and plants. M: Mir, 1989. 440 p.



РОССИЙСКАЯ  
АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

# ДИПЛОМ ЛАУРЕАТА

XIV МЕЖДУНАРОДНОЙ  
СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ 2022»

**Алайдаров Мусирманкул  
Абдiazимуглы, Юлдашбек  
Давлат Хасанулы**

**НАГРАЖДАЕТСЯ  
ЗА СТУДЕНЧЕСКУЮ НАУЧНУЮ РАБОТУ**

ВЛИЯНИЕ Cu НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ  
ЛЮЦЕРНЫ

<http://scienceforum.ru/2022/article/2018030846>



ПРЕЗИДЕНТ РАЕ



**М.Ю. Ледванов**