

УДК 577.3:546.56:581.43:635.25  
AGRIS F 40

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/43/05>

## ОЦЕНКА СНИЖЕНИЯ ФИТОТОКСИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ИОНОВ МЕДИ С ПОМОЩЬЮ АПИКАЛЬНОЙ МЕРИСТЕМЫ ЛУКА

©*Концевая И. И.*, SPIN-код: 3547-9371, канд. биол. наук, Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, г. Гомель, Беларусь, [ikantsavaya@mail.ru](mailto:ikantsavaya@mail.ru)

©*Гараева Е. С.*, Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, г. Гомель, Беларусь, [egaraeva@tut.by](mailto:egaraeva@tut.by)

## ASSESSMENT OF REDUCTION IN PHYTOTOXIC ACTIVITY OF COPPER IONS THROUGH THE ONION APICAL MERISTEM

©*Kantsavaya I.*, SPIN-код: 3547-9371, Ph.D., F. Skorina Gomel State University, Gomel, [ikantsavaya@mail.ru](mailto:ikantsavaya@mail.ru)

©*Kharaeva E.*, F. Skorina Gomel State University, Gomel, [egaraeva@tut.by](mailto:egaraeva@tut.by)

*Аннотация.* В работе исследуются протекторные свойства водного экстракта куколок шелкопряда (ВЭКШ) в условиях токсического действия ионов меди на морфометрические параметры в Allium-тесте. *Методы исследования:* Allium-тест, морфометрические параметры, статистический анализ. Установлено, что при совместном использовании ВЭКШ и сульфата меди в концентрации 100 мкМ ингибирования роста корней не происходит и даже стимулируется при применении ВЭКШ в концентрации 1 мл/10 мл раствора. Стимулирование роста корней отмечается и при совместном применении 1000 мкМ сульфата меди и ВЭКШ в концентрации 10 мл/100 мл раствора относительно вариантов использования только сульфата меди. Существенное уменьшение параметра «длина проростков» в 1,3–6,0 раз по отношению к контролю наблюдали при применении ионов меди в концентрациях 100–1000 мкМ, в то время как при концентрации металла 10 мкМ не выявлено негативное их действие на развитие проростков. Появление боковых корней в 20-50% случаев наблюдали только в вариантах использования ВЭКШ. Таким образом, при изучении морфометрических параметров проростков лука (относительный прирост корней, длина проростков, их масса) установлено модифицирующее протекторное влияние ВЭКШ при совместном применении с сульфатом меди в концентрациях 10 и 100 мкМ. При концентрации 10 мл ВЭКШ/100 мл раствора его фитозащитные функции по отношению к ионам меди проявляются сильнее.

*Abstract.* This paper investigates the protective properties of the aqueous extract of silkworm pupae (CABG) in terms of the toxic effect of copper ions on morphometrically parameters in Allium-test. *Methods:* It is established that the joint use of aqueous extract of silkworm pupae and copper sulphate at a concentration of 100 µm growth inhibition of roots is not happening and even stimulated by the application of aqueous extract of silkworm pupae at a concentration of 1 ml/10 ml. Stimulation of root growth is also observed with the combined use of 1000 µm copper sulfate and aqueous extract of silkworm pupae in a concentration of 10 ml/100 ml of the solution with respect to the use of copper sulfate only. A significant decrease in the parameter «length of sprouts» in 1,3-6,0 times with respect to the control was observed when using copper ions in concentrations of 100-1000 microns, while at a metal concentration of 10 microns no negative effect on the development of sprouts was established. The emergence of lateral roots in 20-50% of cases

observed only in the use of aqueous extract of silkworm pupae. Thus, in the study of morphometric parameters of seedlings of onion (the relative growth of roots, length of shoots, their weight) set the modifier of the protective effect of aqueous extract of silkworm pupae when used together with copper sulfate in concentrations of 10 and 100  $\mu\text{m}$ . At a concentration of 10 ml of aqueous extract of silkworm pupae/100 ml solution protective function in relation to ions of copper are more severe.

*Ключевые слова:* протекторные свойства, антиоксиданты, медь, Allium-тест.

*Keywords:* protector properties, antioxidants, copper, Allium-test.

Медь — микроэлемент, необходимый для жизнедеятельности организмов, относится к группе тяжелых металлов (ТМ). В растениях медь является каталитическим кофактором в таких биологических процессах, как дыхание, фотосинтез, транспорт железа, фиксация азота, защита от окислительного стресса, рост и развитие [1]. Однако, благодаря своей химической активности, ионы меди могут оказывать отрицательный эффект, если клетка не справляется с их детоксикацией. Растения весьма чувствительны к негативному влиянию меди, и ее вредное действие проявляется уже при концентрации незначительно выше оптимальной [2].

В последние годы возросло количества публикаций, в которых обсуждается возможность модификации действия ТМ на культурные растения при применении биологически активных веществ разной химической природы. Ранее было обнаружено ингибирующее действие водного экстракта куколок дубового шелкопряда (далее по тексту – ВЭКШ) на образование *in vivo* активных форм кислорода и галогенов в нейтрофилах, что свидетельствует об его антиоксидантном действии [3]. Однако следует принять во внимание, что антиоксиданты, в зависимости от концентрации и других факторов, могут в разной степени влиять на общее состояние организма и его адаптивность.

Поэтому актуальным является всестороннее изучение влияния ВЭКШ на растения. В представленной работе мы исследуем возможные протекторные свойства ВЭКШ в условиях токсического действия ионов меди на морфометрические параметры в Allium-тесте.

#### *Методика исследований*

Воздействие сульфата меди и ВЭКШ на делящиеся клетки растений изучали с помощью модельной системы, когда использовали корневую меристему четырехдневных проростков лука сорта «Штуттгартен».

Проращивание семян лука, изучение морфометрических параметров проростков лука (относительный прирост корней, длина проростков, их масса) и их анализ выполняли по [2]. Варианты опыта: контрольная группа, три варианта концентраций  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (10; 100; 1 000 мкМ, квалификации ч. д. а.) и по два варианта совместного применения сульфата меди и экстракта в концентрациях 10 мл ВЭКШ/100 мл раствора и 1 мл ВЭКШ/100 мл раствора, соответственно, Э1 и Э2. Водный экстракт куколок китайского дубового шелкопряда получали в соответствии с авторским свидетельством СССР № 1787439А1 (Трокоз В. А., Лотош Т. Д., Абрамова А. Б. и др.). В подборе концентраций тяжелых металлов руководствовались литературными данными [4]. Статистическую обработку результатов выполняли с использованием программы Excel. Для сравнения выборок использовали t-критерий Стьюдента.

### Результаты исследований

При изучении токсического влияния ионов меди на корневую систему лука было выявлено во всех опытных вариантах следующее: по сравнению с контролем отмечали существенное уменьшение показателя «относительный прирост корней» (Рисунок 1). В контрольной группе в результате применения ВЭКШ выявлено ингибирование роста корней относительно контроля (без применения ВЭКШ). В то же время установлено, что при совместном использовании ВЭКШ и сульфата меди в концентрации 100 мкМ ингибирования роста корней не происходит по отношению к соответствующим контрольным вариантам и даже стимулируется при применении ВЭКШ в концентрации 1 мл/10 мл раствора (Э2). Стимулирование роста корней отмечается и при совместном применении 1000 мкМ сульфата меди и ВЭКШ в концентрации 10 мл/100 мл раствора (Э1) относительно вариантов использования только сульфата меди.

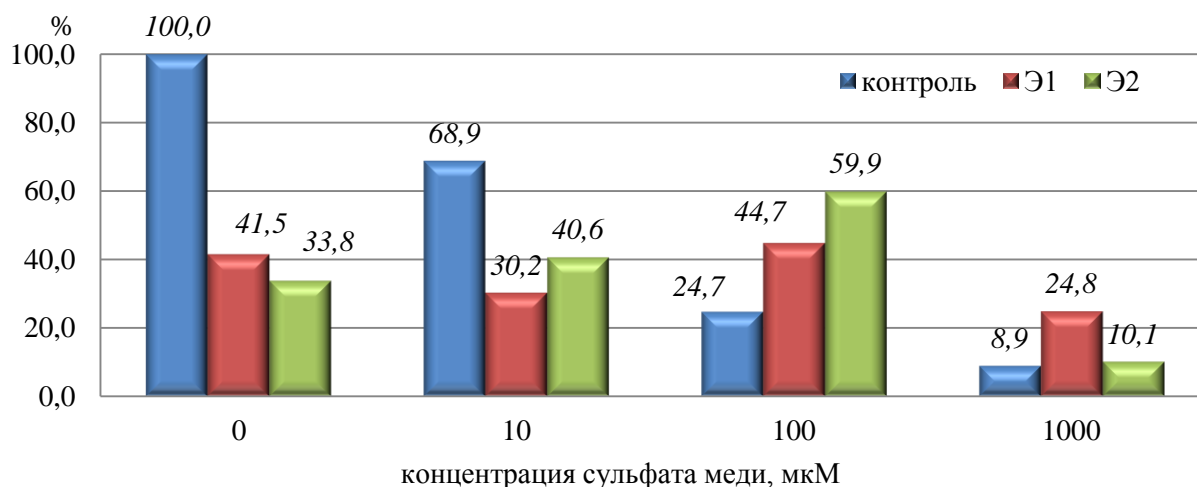


Рисунок 1. Относительный прирост корней проростков лука после обработки ВЭКШ и различными концентрациями сульфата меди, мкМ

Одним из негативных проявлений влияния ионов меди на морфогенез лука является в зависимости от концентрации металла последующее угнетение роста и развития проростков, что сказалось на снижении величины значений по длине проростков, отсутствии боковых корней, сырой массе проростков. Существенное уменьшение параметра «длина проростков» в 1,3-6,0 раз по отношению к контролю наблюдали при применении ионов меди в концентрациях 100-1000 мкМ (Рисунок 2), в то время как при концентрации металла 10 мкМ не выявлено их негативное действие на развитие проростков.

Допустимо, что ингибирование роста и развития проростков могло быть следствием изменений, происходящих на клеточном уровне в меристематических зонах побегов и корней, поскольку клетки меристем наиболее чувствительны к действию разнообразных химических агентов, в том числе и к ионам тяжелых металлов.

Появление боковых корней в 20–50% случаев наблюдали только в вариантах использования ВЭКШ: в контрольной группе и при совместном применении сульфата меди в концентрациях 10 и 100 мкМ.

После воздействия на проростки лука сульфата меди в концентрации 1000 мкМ не происходило роста и развития побегов, в том числе и при применении ВЭКШ. По данным [2], для лука сверхлетальными концентрациями сульфата меди являются концентрации 50-1000 мкМ, в то время как по данным [5], предельно допустимая концентрация для  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$  (ионов меди) составляет 500 мг/л (это около 2000 мкМ).



Рисунок 2. Длина и масса проростков лука после обработки ВЭЖШ и различными концентрациями сульфата меди, мкМ

#### Заключение

Таким образом, при изучении морфометрических параметров проростков лука (относительный прирост корней, длина проростков, их масса) установлено модифицирующее протекторное влияние ВЭЖШ при совместном применении с сульфатом меди в концентрациях 10 и 100 мкМ. При концентрации 10 мл ВЭЖШ/100 мл раствора его фитозащитные функции по отношению к ионам меди проявляются сильнее.

#### Список литературы:

1. Fernandes J. C., Henriques F. S. Biochemical, physiological, and structural effects of excess copper in plants // *The Botanical Review*. 1991. V. 57. №. 3. P. 246-273. DOI: 10.1007/BF02858564
2. Довгалюк А. И., Калиняк Т. Б., Блюм Я. Б., Оценка фито- и цитотоксической активности соединений тяжелых металлов и алюминия с помощью апикальной меристемы лука // *Цитология и генетика*. 2001. Т. 35, № 1. С. 3–7.
3. Чиркин А. А., Коваленко Е. И., Шейбак В. М., Смирнов В. Ю., Дорошенко Е. М., Надольник Л. И., Паршонок Д. И., Денисова С. И. Антиоксидантная активность куколок китайского дубового шелкопряда (*Antheraea pernyi* G.-M.) // *Ученые записки УО «ВГУ им. П. М. Машерова»*: сб. научн. ст. Витебск: Изд-во УО «ВГУ им. П. М. Машерова». 2007. С. 248–265.
4. Амосова А. А. Эколого-генетическая оценка влияния солей тяжелых металлов на лук репчатый в условиях модифицирующего эффекта активного ила: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Самара: Самарский гос. ун-т, 2004. 15 с.
5. Бандман А. Л. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I–IV групп. Л.: Химия, 1988. 512 с.

#### References:

1. Fernandes, J. C., & Henriques, F. S. (1991). Biochemical, physiological, and structural effects of excess copper in plants. *The Botanical Review*, 57(3), 246-273. doi:10.1007/BF02858564

2. Dovgalyuk, A. I., Kalinyak, T. B., & Blyum, Ya. B. (2001). Otsenka fito- i tsitotoksicheskoi aktivnosti soedinenii tyazhelykh metallov i alyuminiya s pomoshch'yu apikal'noi meristemy luka. *Tsitologiya i genetika*, 35(1). 3-7.

3. Chirkin, A. A., Kovalenko, E. I., Sheibak, V. M., Smirnov, V. Yu., Doroshenko, E. M., Nadol'nik, L. I., Parshonok, D. I., & Denisova, S. I. (2007). Antioksidantnaya aktivnost' kukolok kitaiskogo dubovogo shelkopryada (*Antheraea pernyi* G.-M.). In *Uchenye zapiski UO "VGU im. P. M. Masherova": sb. nauchn. st. Vitebsk: Izd-vo UO "VGU im. P. M. Masherova"*, 248–265.

4. Amosova, A. A. (2004). Ekologo-geneticheskaya otsenka vliyaniya solei tyazhelykh metallov na luk repchatyi v usloviyakh modifitsiruyushchego effekta aktivnogo ila: *avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Samara: Samarskii gos. un-t*, 15.

5. Bandman, A. L. (1988). Vrednye khimicheskie veshchestva. Neorganicheskie soedineniya elementov I–IV grupp. Leningrad, Khimiya, 512.

*Работа поступила  
в редакцию 20.05.2019 г.*

*Принята к публикации  
25.05.2019 г.*

---

*Ссылка для цитирования:*

Концевая И. И., Гараева Е. С. Оценка снижения фитотоксической активности ионов меди с помощью апикальной меристемы лука // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №6. С. 33-37. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/43/05>

*Cite as (APA):*

Kantsavaya, I., & Kharaeva, E. (2019). Phytotoxic Activity Reduction Assessment of Copper Ions Through the Onion Apical Meristem. *Bulletin of Science and Practice*, 5(6), 33-37. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/43/05> (in Russian).