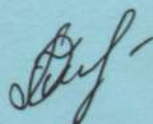


**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ГІДРОБІОЛОГІЇ**

**ПАСІЧНА
Олена Олександрівна**



УДК [(581.526.3:574.64):546.562/546.712](28)

**ГАЗООБМІН ТА ПІГМЕНТНА СИСТЕМА МАКРОФІТІВ
ЗА ДІЇ ІОНІВ МІДІ (II) І МАРГАНЦЮ (II) ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА**

03.00.17 – гідробіологія

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Київ – 2004

Анотація

Пасічна О.О. Газообмін та пігментна система макрофітів за дії іонів міді (II) і марганцю (II) водного середовища. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук зі спеціальності 03.00.17 – гідробіологія. – Інститут гідробіології НАН України, Київ, 2004.

Дисертація присвячена встановленню закономірностей індивідуальної та сумісної дії іонів міді (II) і марганцю (II) у концентрації, що відповідає їх реальному рівню у природних водах, на фотосинтез, дихання, вміст хлорофілу *a*, хлорофілу *b* і каротиноїдів у занурених вищих водяних рослинах *Najas guadelupensis* L., *Ceratophyllum demersum* L. і зелених нитчастих водоростях *Oedogonium cardiacum* (Hass.) Wittr., *Cladophora glomerata* (L.) Kütz.

Досліджено акумуляцію іонів міді і марганцю макрофітами. За здатністю до накопичення металів їх можна розташувати у такий ряд: *Cl. glomerata* > *Oe. cardiacum* > *N. guadelupensis* > *C. demersum*.

У *N. guadelupensis* і *C. demersum* пригнічення процесів газообміну та зменшення вмісту пігментів відбувається при нижчій концентрації іонів міді і марганцю у водному середовищі (2–5 мкг/дм³ Cu²⁺ і 50 мкг/дм³ Mn²⁺), ніж у *Oe. cardiacum* та *Cl. glomerata* (20 мкг/дм³ Cu²⁺ і 100–200 мкг/дм³ Mn²⁺).

Виявлено антагоністичну дію іонів міді у концентрації 5–20 мкг/дм³ та іонів марганцю – 50–200 мкг/дм³ на фотосинтез, дихання і пігментну систему більшості макрофітів, що є наслідком антагонізму іонів при їх поглинанні.

Рекомендовано використання едогоніуму і кладофори як біомоніторів забруднення водного середовища іонами міді і марганцю. Запропоновано метод біотестування токсичності водного середовища, що базується на порівняльному

аналізі співвідношення між інтенсивністю фотосинтезу і дихання макрофітів у злиджуваній та контрольній воді.

Ключові слова: макрофіти, водне середовище, мідь, марганець, отосинтез, дихання, пігментна система, акумуляція, моніторинг, токсичність оди.

Аннотація

Пасичная Е.А. Газообмен и пигментная система макрофитов при ействи ионов меди (II) и марганца (II) водной среды. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук о специальности 03.00.17 – гидробиология. – Институт гидробиологии НАН /краины, Киев, 2004.

Диссертация посвящена установлению закономерностей индивидуального и совместного действия ионов меди (II) и марганца (II) в концентрации, которая соответствует их реальному уровню в природных водах, на фотосинтез, дыхание, содержание хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов в погруженных высших водных растениях *Najas guadelupensis* L., *Ceratophyllum demersum* L. и зеленых нитчатых водорослях *Oedogonium cardiacum* (Hass.) Wittr., *Cladophora glomerata* (L.) Kütz.

Исследована аккумуляция ионов меди и марганца макрофитами. Динамика поглощения Cu^{2+} и Mn^{2+} погруженными высшими водными растениями и зелеными нитчатыми водорослями зависит от концентрации ионов в водной среде и экспозиции. В большинстве случаев с увеличением их уровня в воде и длительности действия повышается содержание металлов в макрофитах. По способности к накоплению металлов их можно расположить в ряд: *Cl. glomerata* > *Oe. cardiacum* > *N. guadelupensis* > *C. demersum*.

Обнаружено, что ионы меди в концентрации $0,5 \text{ мкг/дм}^3$ и ионы марганца – $5\text{--}20 \text{ мкг/дм}^3$ не оказывают токсического влияния на исследованные виды макрофитов как в острых (на протяжении суток), так и в хронических (длительностью 14 суток) экспериментах и обуславливают активацию процессов фотосинтеза, дыхания, синтеза пигментов.

У *N. guadelupensis* и *C. demersum* угнетение процессов газообмена и уменьшение содержания пигментов происходит при более низкой концентрации ионов меди и марганца в водной среде ($2\text{--}5 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$ и $50 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$), чем у *Oe. cardiacum* и *Cl. glomerata* ($20 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$ и $100\text{--}200 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$), т. е. погруженные высшие водные растения более чувствительны к ионам меди и марганца, чем зеленые нитчатые водоросли. Наиболее токсичны Cu^{2+} и Mn^{2+} для *N. guadelupensis*, а самый устойчивый к их действию – *Oe. cardiacum*.

Установлена связь между уровнем аккумулированного макрофитами металла и его действием на растительный организм. У *N. guadelupensis* и *C. demersum* угнетение фотосинтеза, дыхания и уменьшение содержания

пигментов происходит при накоплении меньшего количества меди и марганца ($\geq 15\text{--}19$ мкг Cu/г сухой массы и $\geq 400\text{--}700$ мкг Mn/г сухой массы), чем у *Oe. cardiacum* и *Cl. glomerata* ($>71\text{--}89$ мкг Cu/г сухой массы и >1000 мкг Mn/г сухой массы).

Выявлено антагонистическое влияние ионов меди в концентрации $5\text{--}20$ мкг/дм³ и ионов марганца – $50\text{--}200$ мкг/дм³ на процессы газообмена и пигментную систему макрофитов, что является следствием антагонизма ионов при их поглощении (снижения накопления металлов из смеси). В то же время у наиболее чувствительного из исследованных растений – *N. guadelupensis* – при совместном влиянии Cu²⁺ и Mn²⁺ (соответственно $10\text{--}20$ и $100\text{--}200$ мкг/дм³) проявляется их синергизм, что связано со значительным нарушением физиологических функций и деструкцией клеточных оболочек, вследствие чего в растительный организм проникает значительное количество обоих металлов.

Показателем токсического действия ионов меди и марганца на макрофиты является уменьшение величины соотношений *хлорофилл а/хлорофилл b* и *фотосинтез/дыхание* по сравнению с контролем, которое у высших водных растений происходит при более низкой концентрации ионов металлов в водной среде ($2\text{--}5$ мкг/дм³ Cu²⁺ и 50 мкг/дм³ Mn²⁺), чем у нитчатых водорослей ($10\text{--}20$ мкг/дм³ Cu²⁺ и $100\text{--}200$ мкг/дм³ Mn²⁺).

Полученные данные о накоплении значительного количества меди и марганца в нитчатых водорослях без нарушения физиологических функций свидетельствуют об их повышенной адаптивной способности к ионам этих металлов, что обеспечивается их инактивацией в клетках путем образования комплексов. Результаты исследований дают возможность рекомендовать использование *Oe. cardiacum* и *Cl. glomerata* как биомониторов загрязнения воды ионами меди и марганца, а также для очищения от них воды (с последующим удалением биомассы водорослей).

Предложено метод биотестирования токсичности водной среды, который основан на сравнительном анализе соотношения между интенсивностью фотосинтеза и дыхания макрофитов в исследуемой и контрольной воде.

Ключевые слова: макрофиты, водная среда, медь, марганец, фотосинтез, дыхание, пигментная система, аккумуляция, мониторинг, токсичность воды.

Summary

Pasichna O.O. Gas exchange and pigment system of macrophytes under influence of copper (II) and manganese (II) ions of aquatic environment. - Manuscript.

Thesis for the degree of Candidate of Biological sciences by speciality 03.00.07 – Hydrobiology. – Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2004.

Regularities of individual and simultaneous influence of copper and manganese ions on photosynthesis, respiration, content of chlorophyll *a*, chlorophyll *b* an

carotenoids in the submersed higher aquatic plants *Najas guadelupensis* L., *Ceratophyllum demersum* L. and green filamentous algae *Oedogonium cardiacum* (Hass.) Wittr., *Cladophora glomerata* (L.) Kütz have been established. The concentrations of Cu^{2+} and Mn^{2+} in the aquatic environment were similar to the ones really existing in natural waters.

Accumulation of copper and manganese ions by the macrophytes has been studied. For their ability to accumulate the metals they can be placed in a row: *Cl. glomerata* > *Oe. cardiacum* > *N. guadelupensis* > *C. demersum*.

It has been found that the less quantities of Cu^{2+} and Mn^{2+} in aquatic environment depress gas exchange functions and reduce the content of pigments in *N. guadelupensis* and *C. demersum* (2–5 $\mu\text{g/L}$ Cu^{2+} and 50 $\mu\text{g/L}$ Mn^{2+}) than in *Oe. cardiacum* and *Cl. glomerata* (20 $\mu\text{g/L}$ Cu^{2+} and 100–200 $\mu\text{g/L}$ Mn^{2+}).

Copper and manganese ions mostly present antagonistic effect on photosynthesis, respiration and pigment system of the macrophytes when the concentrations of Cu^{2+} in aquatic environment are 5–20 $\mu\text{g/L}$ and Mn^{2+} – 50–200 $\mu\text{g/L}$. It is caused by antagonism of copper and manganese ions in the process of their accumulation by macrophytes.

Use of *Oe. cardiacum* and *Cl. glomerata* as species-monitors for control the level of copper and manganese ions in the aquatic environment has been recommended. The method for water toxicity estimation based on the comparative analysis of correlation between photosynthesis and respiration intensities of macrophytes in the tested and control water samples has been proposed.

Keywords: macrophytes, aquatic environment, copper, manganese, photosynthesis, respiration, pigment system, accumulation, monitoring, water toxicity.