

Екол. Зашт. Живот. Сред.	Том	Бр.	стр.	Скопје
		9	1-2	47-53
Ekol. Zašt. Život. Sred.	Vol.	No.	pp.	Skopje
				2004/2005

## ДЕЈСТВОТО НА ЗГОЛЕМЕНИ КОЛИЧЕСТВА КАДМИУМ (Cd<sup>++</sup>) ВРЗ СОДРЖИНАТА НА ХЛОРОПЛАСТНИТЕ ПИГМЕНТИ, ВКУПЕН АЗОТ, СИРОВИ ПРОТЕИНИ И ВКУПНИ ШЕЌЕРИ КАЈ ОРИЗОТ (*Oryza sativa* L.)

Ленка ЦВЕТАНОВСКА<sup>1</sup>, Даница АНДРЕЕВСКА<sup>2</sup>, Сузана КРАТОВАЛИЕВА<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Природно-математички факултет, Институт за биологија, 1000 Скопје, Република  
Македонија

<sup>2</sup> Земјоделски институт, 1000 Скопје, Република Македонија

### ИЗВОД

Тешките метали се силни надворешни полутанти и истите присутни во повисоки концентрации во почвата покажуваат потенцијални токсични ефекти врз метаболизмот и растот кај растенијата. Познавајќи ја токсичноста на овој тежок метал и тоа најчесто врз клучните биохемиски процеси кај поголем број на видови направен е обид за демонстрирање на неговата токсичност кај оризот одгледуван во средина со различни концентрации од кадмиум. Растенијата од ориз (*Oryza sativa* L.) сорта бисер-2, се поставени во експериментални услови и третираны со различни концентрации на CdSO<sub>4</sub> × 8H<sub>2</sub>O (0,1; 0,2; 0,4 и 0,8 mg/kg почва). Паралелно со третираните варијанти беше поставена и контролна варијанта третирана со еднаков волумен на дестилирана вода. Содржината на хлоропластните пигменти, вкупен азот, сирови протеини и вкупни шеќери е одредувана во сите фази од вегетацијата. Резултатите добиени во тек на истражувачкиот период покажуваат дека постои одредена толерантност кај оризот по однос на високите концентрации од употребениот кадмиум каде токсичните ефекти кај истражуваните параметри беа многу малку присутни.

**Клучни зборови:** ориз, кадмиум, хлоропластни пигменти, сирови протеини, вкупни јаглехидрати, токсичен ефект.

### ABSTRACT

Heavy metals are major environmental pollutants and when present in high concentration in soil show potential toxic effects on growth metabolism in plants. As our knowledge is insufficient to explain the mechanism of cadmium toxicity and more specially the interaction of these heavy metal with the key biochemical processes in growing rise plants, in the present study attempts have been made to evaluate the effects of increasing levels of cadmium toxicity on growth of rise plants. The rise plants have been cultivated in experimental conditions and treated with different cadmium concentrations (0,1; 0,2; 0,4 and 0,8 mg/kg soil). Parallel with treated variants has been cultivated and the control group of plants treated with the same volume water. The content of chloroplast pigments, total nitrogen, crude proteins and total carbohydrates at rise (*Oryza sativa* L.) cultivar biser-2 have been investigated during different phases of vegetation. The obtained results showed tolerance between rise plants and used highest cadmium concentrations were toxic effects were lower.

**Key words:** rise, cadmium, chloroplast pigments, crude proteins, total carbohydrates, toxic effect

## ВОВЕД

Надворешните процеси се комплексна мешавина од биолошки и абиотички реакции. Повеќе од елементите во природата се во форма на нерастворливи аоргански компоненти присутни во карпите и седиментите. Тие се недостапни се додека не се мобилизираат со водените процеси. Најзагрижувачки се тешките метали кои кога ќе се ослободат во околината со индустриската активност или транспортирање истите имаат долг период на обстојување во почвата (резидуи) кои можат да го продолжат штетното влијание врз биотските форми.

Особено е штетно влијанието од присутните повисоки концентрации на кадмиум кој може да делува многу де-структивно врз бројните метаболички процеси кај растенијата (Jastrow and Коерпе 1980).

Имајќи го предвид нашето претходно лабораториско искуство со користење на високи концентрации на овој неесенцијален јон кај поголем број на видови направивме обид да го испитаме неговото влијание врз целокупниот развојот и кај оризот (*Oryza sativa* L.) сорта бисер-2 со цел да ја испитаме толерантноста на овој

вид кон повисоките концентрации од употребениот кадмиум.

## МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ

Оризот (*Oryza sativa* L.) сорта бисер-2 беше одгледуван во експеримент со садови во четири варијанти и контрола со по пет повторувања. Во секој сад беше користено по 10 kg воздушно сува почва земена од ораничниот слој на опитните парцели во Кочани.

Во Таб. 1, се прикажани механичкиот состав, хигроскопската влага и некои хемиски својства на користената почва. Почвата по механичкиот состав е ситно песклива иловица, со слабо кисела реакција на почвениот раствор (pH во вода 6,7, во nKCL 5,8) и слабо хумусна (2,40%). Според содржината на вкупен азот (0,10%) почвата е умерено обезбедена со овој елемент и неговата содржина е во корелација со содржината на органска материја во почвата. Со леснодостапен фосфор и калиум почвата е средно обезбедена (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 14,6 mg/100g и K<sub>2</sub>O 12,7- mg/100g почва).

Таб. 1. Механички состав, хигроскопска влага и некои хемиски својства на почвата  
Tab. 1. Mechanical composition, higroscopic moisture and some chemical properties of the soil

Длабочина /cm/ Depth /cm/	Хигроск. Влага Hygrosc. Moisture %/	Содржина на фракциите во % од ситноземот Content of fractions in % from fine soil					
		Крупен песок Coarse sand 0,25-2 mm	Ситен песок Fine sand 0,02-0,25 mm	Прав Silt 0,002-0,02mm	Глина Clay < 0,002 mm	Прав +глина Silt + Clay < 0,02 mm	Вкупен песок Total sand
0-30	1,19	21,86	44,14	23,70	10,30	34,00	66,00
Длабочина /cm/ Depth /cm/	CaCO <sub>3</sub> %/	pH		Хумус (Humus) %/	Вкупен (Total) N %/	Достапни хр.материи mg/100 g Available nutr. matters /mg/100 g/	
		H <sub>2</sub> O	nKCl			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
0-30	-	6,7	5,8	2,40	0,10	14,6	12,7

Основното ѓубрење беше извршено пред сеидбата на оризот со 5 g NPK (15:15:15), а сеидбата беше извршена во

првата декада на април. После поникнувањето и проредувањето во почетокот на братењето на оризот се оставени по 6

изедначени растенија на сад, а беше извршено и прихранување со 2 g уреа (46%).

Влијанието на кадмиумот кој беше аплициран во фазата братење (почетокот на јули) почвено во форма на  $CdSO_4 \times 8 H_2O$  е испитувано во четири различни концентрации (mg/g): 0,1; 0,2; 0,4 и 0,8. Паралелно со третираните растенија беше поставена и контролна варијанта третирана со еднаков волумен на дестилирана вода.

Во текот на вегетацијата, после извршените третмани, како и на крај од вегетацијата-жетва беа собирани по десет растенија од секоја варијанта (третман) за анализа на содржината на хлоропластните пигменти, вкупен азот, сурови протеини и вкупни шеќери. Содржината на хлоропластните пигменти е одредена по методот на Robbelen (1957), а на вкупен азот по Kjeldahl (Sarić et al. 1986). Содржината на сурови протеини е добиена со множење на вкупниот азот со коефициентот 6,25. Добиените резултати за содржината на хлоропластните пигменти се дадени во mg/100 g свежа маса, а вкупниот азот и белковините се прикажани во mg/g сува материја и во проценти. Содржината на вкупни шеќери е одредена по методата на Dubois et al. (1956).

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Високите концентрации од употребениот кадмиум предизвикуваат дистурбанси и оштетувања на целиот пигментен систем, а што рефлектира со нивната намалена биосинтеза а со тоа и соодветна органска продукција. (Таб. 2). Според поголем број на литературни податоци од светски признати лаборатории во поново време констатирано е дека фотосинтезата како процес може да ги детектира надворешните контаминанти. Имено, хлорофилната асимилација може да послужи како висок релевантен биоиндикатор на токсичните ефекти од многу надворешни контаминанти (според истражувањата направени на Универзитетот во Ватерло и Универзитетот во Ѓелф). Според нив многубројните контаминанти во надворешната средина

предизвикуваат формирање на многубројни модифицирани форми на продукти за кои е потврдено дека истите ја инхибираат фотосинтезата во растенијата и респирацијата кај животните.

Резултатите прикажани во Таб. 3 за содржината на хлоропластните пигменти, на крај на вегетацијата јасно зборуваат дека кај оваа сорта на ориз постои висока толерантност во однос на високите концентрации од употребениот кадмиум. Констатирана е обратно пропорционална зависност помеѓу содржината на пигментите и највисоката концентрација од употребениот кадмиум. Во многубројни истражувања е констатирано дека оризот како парцијално халофитско растение го апсорбира кадмиумот наспроти градиентот на концентрации и служи како кадмиум акумулатор. Од друга страна доколку кадмиумот се аплицира во многу порани фази од развитокот (герминација на семето) на оризот предизвикува дисбаланс во содржината на важните биомолекули како што се протеините, аминокиселините и др. а ја инхибира и активноста на бројни хидролитички и фосфоролитички ензими (протеази, пептидази и др.). Токсичноста на кадмиумот е во корелација со намалената синтеза на киселата фосфатаза и рибонуклеаза и индуцира синтеза на Cd-бинд протеин комплекс кој служи како една од компонентите за толеранција на механизмот на кадмиумот во растенијата од ориз. Присуството на овие компоненти како и на бројни метаболити можат да послужат како дијагностички маркери во генерирањето и селекцијата на толерантни растенија кои растат на почви со висока содржина на тешки метали. (Dubey 1994-1998). Адекватно на оваа можност и способност за акумулација на кадмиумот кај растенијата од ориз и фаворизирање на формирање на такви комплекси некои поголеми разлики во содржината на вкупен азот и протеини на крај на вегетацијата не се констатирани. Помеѓу транслокацијата на примениот азот и формираните протеини по однос на нивната дистрибуција во вегетативните и генеративни органи постои одреден баланс независно од употребените концентрации на кадмиум (Таб. 4 и 5).

Таб. 2. Влијание на различни концентрации на  $CdSO_4 \times 8H_2O$  врз содржината на хлоропластни пигменти во листовите на ориз сорта бисер-2 во текот на вегетацијата (mg/100g свежа материја)

Tab. 2. Influence of different concentrations of  $CdSO_4 \times 8H_2O$  on content of chloroplast pigments in rice leaves, cv. biser-2 during vegetation (mg/100g fresh weight)

Растенија третиран со Cd Plants treated with Cd	Хлорофил-Chlorophyll		Вкупен хлорофил Total chlorophyll a+b	Однос хлорофил a/b Ratio of chlorophyll a/b	Каротеноиди Carotynoides
	a	B			
Контрола-Control	80,170	29,711	109,881	2,630	9,168
I - $CdSO_4$	27,268	12,701	39,969	2,437	4,488
II- $CdSO_4$	25,724	12,151	37,875	2,098	5,108
III- $CdSO_4$	17,283	10,293	27,576	1,690	3,232
IV- $CdSO_4$	23,973	12,446	36,419	1,933	4,912

I – 0,1; II- 0,2; III – 0,4; IV-0,8 ( $CdSO_4 \times 8H_2O$ )

Таб. 3. Влијание на различни концентрации на  $CdSO_4 \times 8H_2O$  врз содржината на хлоропластни пигменти во листовите на ориз сорта-бисер-2 на крај на вегетацијата (mg/100g свежа материја)

Tab. 3. Influence of different concentrations of  $CdSO_4 \times 8H_2O$  on content of chloroplast pigments (chlorophyll a, b, total chlorophyll and carotynoides) in rice leaves, cv. biser-2 of the end of vegetation (mg/100g fresh weight)

Растенија третиран со кадмиум Plants treated with cadmium	Хлорофил-Chlorophyll		Вкупен хлорофил Total chlorophyll a+b	Однос хлорофил a/b Ratio of chlorophyll a/b	Каротеноиди Carotynoides
	a	B			
Контрола-Control	59,585	23,296	82,881	2,579	2,613
I - $CdSO_4$	56,791	30,571	87,363	1,911	7,456
II- $CdSO_4$	55,163	20,113	75,275	2,744	5,179
III- $CdSO_4$	40,343	14,833	55,175	2,729	4,110
IV- $CdSO_4$	89,854	27,878	117,731	3,219	7,123

Имајќи ги предвид и релациите во надворешната средина како што се рН на почвата и концентрацијата на цинкот можат да доведат и до нарушување на синцирот на исхрана во почвата со кадмиум кој е во многу зависен од односот на Cd/Zn во почвата.

Што се однесува до содржината на вкупните и растворливи шеќери (Таб. 6), поголеми разлики помеѓу контролната група од растенија и третираните не е констатирана. Тенденција на мало намалување на вредностите се забележува во листот и зрното кај третираната група од растенија

но тие разлики не корелираат со концентрациите од употребениот кадмиум.

Истражувањата кај домаг (Цветановска и Спасеноски, 2000; Цветановска и Кратовалиева, 2000) кај други видови на култури третиран со различни концентрации на кадмиум јасно упатуваат на негативните ефекти и аномалиите присутни во анатомијата и физиологијата кај овие култури. Имено, толерантноста на овие видови према употребениот кадмиум е далеку помала во однос на растенијата од ориз кои можат да ни послужат како дијагностички маркери за идентификацијата на кадмиумот во хранливата средина.

Таб. 4. Влијание на различни концентрации на CdSO<sub>4</sub> x 8H<sub>2</sub>O врз содржината на вкупен азот кај ориз сорта- бисер-2 на крај на вегетацијата

Tab. 4. Influence of different concentrations of CdSO<sub>4</sub> x 8H<sub>2</sub>O on total nitrogen content at rice cv. biser-2 at the end of vegetation

Растенија третираани со кадмиум Plants treated with cadmium	Вкупен азот -Total nitrogen									
	Корен Root		Стебло Stem		Лист Leaf		Метличка Panicle		Зрно Grain	
	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%
Контрола- Control	5,076	0,51	3,723	0,37	5,558	0,56	9,890	0,99	9,727	0,97
I -CdSO <sub>4</sub>	4,784	0,48	3,290	0,33	7,072	0,71	10,561	1,06	11,892	1,19
II -CdSO <sub>4</sub>	4,885	0,49	3,919	0,39	6,881	0,69	11,009	1,10	11,103	1,11
III -CdSO <sub>4</sub>	4,180	0,42	3,470	0,35	6,774	0,68	10,328	1,03	11,369	1,14
IV -CdSO <sub>4</sub>	4,456	0,45	3,653	0,37	6,418	0,64	11,311	1,13	10,495	1,05

Таб. 5. Влијание на различни концентрации на CdSO<sub>4</sub> x 8H<sub>2</sub>O врз содржината на сурови белковини кај ориз сорта-бисер-2 на крај на вегетацијата

Tab. 5. Influence of different concentrations of CdSO<sub>4</sub> x 8H<sub>2</sub>O on crude protein content at rice cv. biser-2 at the end of vegetation

Растенија третираани со кадмиум Plants treated with cadmium	Сурови белковини- Crude protein									
	Корен Root		Стебло Stem		Лист Leaf		Метличка Panicle		Зрно Grain	
	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%
Контрола- Control	31,725	3,17	23,269	2,33	34,738	3,47	61,813	6,18	60,794	6,08
I - CdSO <sub>4</sub>	29,900	2,99	20,563	2,06	44,200	4,42	66,006	6,60	74,325	7,43
II- CdSO <sub>4</sub>	30,531	3,05	24,494	2,45	43,006	4,30	68,806	6,88	69,394	6,94
III- CdSO <sub>4</sub>	26,125	2,61	21,688	2,17	42,338	4,23	64,550	6,46	71,056	7,11
IV- CdSO <sub>4</sub>	27,850	2,79	22,831	2,28	40,113	4,01	70,694	7,07	65,594	6,56

Таб. 6. Влијание на различни концентрации на CdSO<sub>4</sub> x 8H<sub>2</sub>O врз содржината на вкупни јаглехидрати кај ориз сорта-бисер-2 на крај на вегетацијата

Tab. 6. Influence of different concentrations of CdSO<sub>4</sub> x 8H<sub>2</sub>O on total carbohydrates content at rice cv. biser-2 of the end of vegetation

Растенија третираани со кадмиум Plants treated with cadmium	Вкупни јаглехидрати - Total carbohydrates				
	корен-root	стебло-stem	лист-leaf	метличка- panicle	зрно-grain
	%	%	%	%	%
Контрола Control	13,17	13,65	14,47	22,17	24,54
I -CdSO <sub>4</sub>	12,90	13,55	14,75	23,83	23,62
II -CdSO <sub>4</sub>	12,94	13,42	14,47	22,32	24,20
III -CdSO <sub>4</sub>	15,02	13,65	12,04	23,20	24,08
IV -CdSO <sub>4</sub>	11,81	13,49	13,07	24,56	23,51

При третирање на семе од некои дрвенести видови со одредени дози од кадмиум и олово, герминацијата и растот кај истите бил сигнификантно редуциран. Двата вида (*Leucosaena leucosephala* и

*Deloux regia*) покажале поголема толерантност кон оловото отколку на третманот со кадмиум (Igbal F. et al, 2000).

## ЗАКЛУЧОЦИ

Од претходно изнесените резултати за испитување влијанието на високите концентрации од употребениот кадмиум кај растенијата од ориз во почвени услови можеме да се донесат следните заклучоци:

- Употребените концентрации од кадмиумот кај растенијата од ориз покажуваат деструктивно влијание врз биосинтезата на хлорофилната компонента во сите фази во тек на вегетацијата.
- Поголеми разлики во однос на содржината на вкупен азот и протеини кај третираните растенија и контролната група од растенија не беа констатирани. Оризот поседува свој заштитен механизам за детоксификација од високите концентрации од кадмиум па одтаму и неговата висока способност за толеранција посебно ако апликацијата се изврши во пораните фази од герминација на семето.
- Поголеми разлики помеѓу третираната и контролната група не беа констатирани како во однос на содржината на вкупните така и во однос на содржината на растворливите шеќери на крај на вегетацијата.

## ЛИТЕРАТУРА

- Igbal Z. M., Mushtag R., Shafiq M. (2000). The effect of lead and cadmium on trees. The Journal of the Society of Municipal Arborists. Vol 36, Number 1.
- Jastrow J. D., Koeppel D.E. (1980). Uptake and effects of cadmium in higher plants, in: Cadmium and Environment, Nriagu J.O. (Ed.), John Wiley and Sons. New York, Part I, pp. 608-637.
- Robbelen Z. (1957). Induc. Abstims und Vererbungsgalehre, pp.88-189.
- Saric M., Petrovic M., Krstic B., Kastori R., Stankovic B., Petrovic N. (1986). Praktikum iz fiziologije biljaka. Naucna knjiga, Beograd.
- Callegari J.P., Lannoeye R. (1981). Studies on the factors controlling the tohic action of cadmium on *Chlorella pyrenoidosa*, in: Photosynthesis, VI. Photosynthesis and Productivity, Photosynthesis and Environment, Akoynoglou G. (Ed.) Balaban Intern. Sci. Services. Philadelphia, Pa, pp. 483-493.
- Цветановска Л., Спасеноски М. (2000.). "Влијанието на различните концентрации на кадмиумот врз акумулирањето и дистрибуцијата на некои елементи кај домот (*Lycopersicon esculentum* Mill.) во експериментални услови". Зборник на трудови, симпозиум "Почвите и нивното искористување". МАНУ - Земјоделски факултет, Скопје.
- Цветановска Л., Кратовалиева С. (2000). "Морфо-анатомски нарушувања кај белата детелина (*Tr. repens* L.) во присуство на различни концентрации од кадмиум ( $Cd^{++}$ ). Годишен зборник на Земјоделски институт, т. XX: 73-83. Скопје
- Dubois M., Gilles K. A., Hamilton J.K., Roberts P.A. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analit. Chem. 28; 350-356.

## **EFFECT OF INCREASED CONTENTS OF CADMIUM (Cd<sup>++</sup>) UPON THE CONTENT OF CHLOROPLAST PIGMENTS, TOTAL NITROGEN, CRUDE PROTEINS AND TOTAL CARBOHYDRATE AT RICE (*Oryza sativa* L.)**

Lenka Cvetanovska<sup>1</sup>, Danica Andreevska<sup>2</sup>, Suzana Kratovalieva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Faculty of Natural Sciences and Mathematics*

<sup>2</sup>*Institut of Agriculture. 1000 Skopje, Republic of Macedonia*

### **SUMMARY**

Cadmium is a major environmental contaminant. The essentiality of this element for either plants or animals has not yet been demonstrated, whereas its toxicity in higher concentrations is well established. The molecular basis for this toxicity remains largely unknown. Interest has focused primarily on the relationship between substrate parameters and plant concentrations, the general toxicity symptoms, and specific effects on photosynthesis, mineral distribution and antagonistic effects with other ions, organic production and cytogenetical abnormalities with its presence.

Cadmium in the form of CdSO<sub>4</sub> x 8H<sub>2</sub>O was added to the soil pots in different concentrations (0,1; 0,2; 0,4; 0,8 mg/kg soil) at the stage of primary leaves growth. The leaves of control and Cd treated plants were harvested for analysis 15 days after treatment. The chlorophyll and carotenoides during different stages of vegetation were estimated in 80% acetone leaf extracts according Robbelen (1957). The nitrogen content was determined by Keldahl (Saric et al., 1986), total and soluble sugars using dried material by Dubois et al., (1956).

Changes in the growth parameters as well as accumulation of plastid pigments and photochemical activities of rice plants depended on the growth stage of leaves. Decreased accumulation of plastid pigments found in the present studies is commonly known as a typical symptom of Cd toxic action in plants. It has not positive correlation between applied concentrations and plastid pigment content at different phases of vegetation. Leaves at the early growth stage seem to be more resistant to Cd. Applied Cd showed tolerance on the content of total nitrogen, proteins, total and soluble sugars at the end of vegetation.