

Екол. Зашт. Живот. Сред.	Том	Бр.	стр.	Скопје
	5	1	35-40	1997
Екол. Zašt. Život. Sred.	Vol.	No.	pp.	Skopje

Применово редакција:  
21 февруари 1997

ISSN 0354-2491  
УДК: 633.11:546.5/.7(497.17-35)  
оригинален научен труд

## СОДРЖИНА НА НЕКОИ ТЕШКИ МЕТАЛИ ВО ЗРНОТО НА ПЧЕНИЦА ОДГЛЕДУВАНА НА ЧЕРНОЗЕМ ВО ОВЧЕ ПОЛЕ

Диме ПЕТКОВСКИ<sup>1</sup>, Љупчо МЕЛОВСКИ<sup>2</sup> и  
Рада СТОЈАНОВСКА-ПЕТКОВСКА<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Земјоделски институт, Скопје, Р. Македонија

<sup>2</sup>Институт за биологија, Природно-математички факултет, Скопје, Р. Македонија

<sup>3</sup>Енергетско-машински училишен центар "Никола Тесла", Скопје, Р. Македонија

### ИЗВОД

Петковски, Д., Меловски, Љ. и Стојановска-Петковска, Р. (1997): Содржина на некои тешки метали во зрното на пченица одгледувана на чернозем во Овче Поле. Екол. Зашт. Живот. Сред., Том 5, Бр. 1, Скопје.

Трудот ги презентира двегодишните истражувања на содржината на тешки метали (Mn, Fe, Zn, Cu, Co, Pb и Cd) во зрното од меката пченица сорта "Радика" одгледувана на чернозем во Овче Поле при внесување на макроелементите (NPK) почвени и микроелементите (Cu и Co) фолијарно во фаза почеток на братаење. Почвите се глинести иловици и прашливи глини, слабо алкални, умерено хумозни и богати со вкупен и леснодостапен азот по Тјурин и богати со леснодостапен фосфор и калиум по А1-методот на Riehm. Содржината на тешките метали (микроелементи) во зрното е во дозволените концентрации, освен Pb и Cd коишто се при одредени третмани нешто над максимално дозволените концентрации.

**Клучни зборови:** тешки метали, пченица, почва, манган, железо, цинк, бакар, кобалт, олово, кадмиум

### ABSTRACT

Petkovski, D., Melovski, Lj. & Stojanovska-Petkovska, R. (1997). The content of some heavy metals in the wheat grain grown on Ovche Pole chernozems. Ecol. Zast. Zivot Sred., Vol. 5, No 1, Skopje.

The results of two year's investigation of heavy metals (Mn, Fe, Zn, Cu, Co, Pb and Cd) in the wheat grain, cultivar "Radika", grown on Ovche Pole chernozems is presented in this article. In the experiment, fertilisers were used: macroelements (NPK) thorough the soil and microelements (Cu and Co) through the foliage in the phase of beginning of tillering. The soils were clayey loams or loamy clays, with low alkalinity, moderate humus and rich with total and available nitrogen after Turin and rich with available phosphorus and potassium after A1-method of Riehm. The content of heavy metals (microelements) in the grain were find to be in the allowable concentration, except for the Pb and Cd which were, after some fertilizer treatments, something above the maximum allowable concentration.

**Key words:** heavy metals, wheat, soil, manganese, iron, zinc, copper, cobalt, lead, cadmium

ВОВЕД

Во склоп на научно-истражувачкиот проект "Пратење на содржината на тешки метали во почвата, растенијата и води-те за наводнување во Кочанско Поле и Овче Поле (финансиран од Министерството за наука на Република Македонија) беа извршени двегодишни експерименти, односно теренски и лабораториски проучувања на влијанието на ѓубрењето со NPK внесени преку почвата и ѓубрење со бакар и кобалт фолијарно во фаза на братање на пченицата. Општите беа поставени на иста парцела двете години во шест варијанти (третмани) во четири повторувања, на парцели од 100 m<sup>2</sup>. Почвите беа глинести иловици и прашливи глини, слабо алкални, умерено хумозни и богати со вкупен и леснодостапен азот по Тјурин и богати со леснодостапен фосфор и калиум по A1-методот на Riehm (Петковски и Меловски 1995).

Испитувањата на Шахтшабел (in Scharrer 1955), Пеиве (1963), Каталимов (1965); Chapman (1966), Бергманн (1975), Кастори (1971), Kastori (1993), Жекиќ и Џе-

кова (1985), Saciragic i Jekić (1988), Протасова et al, (1996) и други автори укажуваат дека примената на микроелементите преку почвата или фолијарно при ѓубрењето на културите, често и на нормални почви доведуваат до зголемување на приносите кај житата (во прв ред пченицата) и подобрување на квалитетот на брашното.

Меѓутоа, во најголема мера микроелементите се штетни во поголеми концентрации со оглед на тоа што повеќето од нив се тешки метали, познати по своето токсично влијание во поголеми концентрации, особено врз консументите. Затоа, за секој агроклиматски регион и секој почвен тип, со полски експерименти треба да се утврди соодветна комбинација на ѓубрење со макро и микроелементи.

Од таму, цел на оваа работа беше да се утврди влијанието на одредената концентрација макро (N, P, K) и микроелементи (Си и Со) во ѓубривото врз концентрацијата на тешки метали во зрното на пченицата, сорта "Радика", односно оној дел што се користи во исхраната на луѓето.

ОБЈЕКТ И МЕТОДИ НА РАБОТА

Во првата експериментална година (1995/96) беа извршени следните третмани:

1. Неѓубрено (контрола)
2. N<sub>45</sub> P<sub>45</sub> K<sub>45</sub>, односно 300 kg·ha<sup>-1</sup> N:P:K=15:15:15
3. N<sub>45</sub> P<sub>45</sub> K<sub>45</sub> + 5 kg·ha<sup>-1</sup> CoSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O
4. N<sub>45</sub> P<sub>45</sub> K<sub>45</sub> + 5 kg·ha<sup>-1</sup> CuSO<sub>4</sub> · 5 H<sub>2</sub>O
5. N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>S +5 kg·ha<sup>-1</sup> CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O + 5 kg·ha<sup>-1</sup> CoSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O
6. Производство N<sub>111</sub> P<sub>68</sub>, односно ѓубрено со 300 kg·ha<sup>-1</sup> N:P = 20:28 и 150 kg·ha<sup>-1</sup> урас со 34% N.

Сеидбата беше извршена на парцелки од 100 m<sup>2</sup> по случаен блок систем, на 25.10.1995 година со 250 kg·ha<sup>-1</sup> семе. NPK ѓубрењето беше дадено пред сеидбата, додека бакарот и кобалтот беа дадени со прскалка, растворени во вода, во фаза почеток на братање, на 1.03.1996 година. Жетвата беше извршена рачно, во полна зрелост, на 8.07.1996 година.

Во втората експериментална година

(1996/97) сеидбата беше извршена на 16.10.1996 година со 280 kg·ha<sup>-1</sup> семе со ист распоред на парцелките како во првата година, а ѓубрењето со NPK беше изведено со 300 kg·ha<sup>-1</sup> N:P:K = 15:15:15 пред сеидба и прихранување на 23.01.1997 година со 180 kg·ha<sup>-1</sup> KAN. Бакарот и кобалтот беа дадени со прскалка на 4.03.1997 година на ист начин како и првата година. Поради сушата во мај 1997 година, беше извршено едно наводнување. Жетвата беше извршена на 8.07.1997 година во полна зрелост на пченицата. Контролата и втората година не беше ѓубрена, а извршено е само едно наводнување. Во втората година третманот кај варијантите 2 и 6 беше еднаков. Определувањето на тешките метали во зрното беше извршено на атомски апсорпционен спектрометар тип Varian 10 BQ по претходно мокро согорување на 1 g брашно во смеша од концентрирани азотна, перхлорна и сулфурна киселина.

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Содржината и распределбата на биогените елементи во зрното од пченицата била предмет на проучување на повеќе автори, особено во последните 30 години, Најмногу податоци се среќаваат за содржината на азот, фосфор и калиум во пченицата бидејќи овие три елементи најчесто го ограничуваат приносот и квалитетот на зрното. Во поново време се

посветува се повеќе внимание на содржината на микроелементите и тешките метали во зрното, со оглед на се поголемата актуелност во поглед на нивното штетно влијание на организмите поради нивната антропогена акумулација во биосферата.

Резултатите од нашите двегодишни полски експерименти се презентирани на Таб. 1.

Таб. 1 Просечна содржина на тешки метали во зрното од озима пченица сорта "Радика" ( $\text{mg kg}^{-1}$  сува материја)

Tab. 1 Average content of heavy metals in the kernel of winter wheat cultivar "Radika" ( $\text{mg kg}^{-1}$  dry matter)

Р.бр. (No.)	Варијанта (Variant)	Mn		Fe		Zn		Cu		Co		Pb		Cd	
		95/96	96/97	95/96	96/97	95/96	96/97	95/96	96/97	95/96	96/97	95/96	96/97	95/96	96/97
1	Контрола Control (0)	44.6	39.1	54	50	37.7	22.3	12.6	7.8	n.d.	1	1	1	n.d.	0.3
2	NPK $\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{45}$	37.4	40.1	68	61	28.8	34.1	12.1	11.0	n.d.	2	n.d.	1	0.8	n.d.
3	NPK+Co $\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{45}+\text{Co}$	39.0	39.7	87	46	32.5	27.1	11.3	8.7	2	2	3	9	n.d.	0.5
4	NPK+Cu $\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{45}+\text{Cu}$	41.5	40.3	61	84	30.7	38.3	11.7	13.5	2	1	3	3	0.3	n.d.
5	NPK+Co+Cu $\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{45}+\text{Co}+\text{Cu}$	42.1	38.1	77	98	36.5	29.3	11.5	11.6	2	1	n.d.	7	0.5	n.d.
6	NP* $\text{N}_{111}\text{P}_{68}$	43.6	43.4	59	61	32.0	30.9	13.2	9.4	1	1	/	n.d.	0.1	n.d.

\*Производство (Production)

Во табелата се изнесени просечни вредности на содржината на тешки метали изразени во  $\text{mg kg}^{-1}$  кај шесте варијанти за секоја година и просечно за двете години.

Од табелата може да се забележи дека количеството на биогените микроелементи (Mn, Fe, Zn и Cu) во зрното од контролната површина значајно се намалува во текот на втората експериментална година, и тоа за 12% во случајот со Mn, за 7% кај Fe, за 41% кај Zn и 38% кај Cu. Ова се должи на фактот што почвата од контролната површина не беше ѓубрена ниту пак растенијата беа прихранувани во текот на две последователни години.

Во сите останати варијанти на експериментот не може да се забележи јасна разлика помеѓу концентрацијата на испитуваните тешки метали при различни

третмани (Таб. 1). Варирањата во концентрацијата на тешките метали помеѓу одделните години на експериментот исто така не укажуваат на одредени правилности, освен во случајот со бакарот во втората годна. Очигледно ѓубрењето, без разлика на дополнителниот третман во фаза на братање, влијае врз подоброто усвојување на тешките метали - микроелементи, така што во сите случаи (освен за Cu) постои помалку или повеќе изедначена концентрација на тешки метали помеѓу третманите и во двете испитувани години.

Во природна состојба обично зрното има помалку тешки метали отколку останатите органи на растението со оглед на тоа што тоа се наоѓа во стадиум на мирување, а речиси сите тешки метали се микроелементи што влегуваат во состав

на ензимските системи карактеристични за метаболитички поактивните органи. Поради тоа, содржината на испитуваните тешки метали во зрното на пченицата сорта "Радика" се наоѓаат блиску до долната граница на референтни вредности наведени за пчениците во литературата.

Познато е дека нормалната содржина на манган во растителните ткива варира од 20 до 500 mg·kg<sup>-1</sup> (Kastori 1993), а под 20 mg·kg<sup>-1</sup> настанува дефицит, додека во концентрација над 500 mg·kg<sup>-1</sup> манганот делува токсично.

Според Basović et al. (од Кастори 1981) просечната содржина на манган во зрното на пченицата изнесува 41-45 mg·kg<sup>-1</sup>, што значи дека содржината на манган во сортата "Радика" одгледувана во Овче Поле на почвен тип карбонатен чернозем е во граници на литературни податоци,

Содржината на железото во сувата материја кај растенијата се движи од 50 до 1000 mg·kg<sup>-1</sup> (Kastori 1993) и тоа најмногу го има во листот, потоа во стеблото и најмалку во зрното (плодот). До недостаток на железо може да дојде при висока доза на фосфорни ѓубрења.

Просечната содржина на железо кај пченицата сорта "Радика" одгледувана во услови на Овче Поле на почвен тип слабо карбонатен чернозем се движи во границите на неговата содржина во растенијата (50-98 mg·kg<sup>-1</sup>).

Содржината на цинкот во сувата материја на растенијата најчесто варира од 20 до 100 mg·kg<sup>-1</sup>, а под тоа е критична вредност. Содржината на цинк во нашите истражувања кај зрното на "Радика" пченицата варира во границите од 22 до 38 mg·kg<sup>-1</sup>.

Во споредба со другите биогени елементи, содржината на бакар кај растенијата е значително помала и обично варира од 2 до 20 mg·kg<sup>-1</sup> сува материја, а содржината преку 20 mg·kg<sup>-1</sup> укажува на изобилство од бакар. Коренот содржи повеќе бакар од другите органи (Kastori 1993). Во зрното на пченицата одгледувана на чернозем во Овче Поле, содржината на бакар е во границите на литературните вредности - 8-13 mg·kg<sup>-1</sup>.

За разлика од останатите испитувани тешки метали, концентрацијата на бакарот во зрното, слично на случајот со

контролната површина, се намалува во текот на втората експериментална година и при третманите со NPK ѓубриво, освен во варијантите 4 и 5 каде што е извршено дополнително прскање со CuCO<sub>4</sub>.

Пченицата е многу осетлива кон недостаток на бакар, посебно на алкални и карбонатни почви, како и на тресетните почви. Недостатокот се отстранува со додавање сулфати, оксиди и хелати на бакарот преку почва и фолијарно. На кисели почви може да се јави изобилство на бакар што може да предизвика недостаток на железо.

Кобалтот редовно влегува во составот на растенијата иако неговата улога не е доволно позната, но посебно е значаен за азотофиксацијата и оксидо-редукциските процеси. Постои антагонизам помеѓу кобалтот и другите тешки метали (Cu, Zn, Mn, Fe и др.). Најчесто содржината на кобалт во растенијата изнесува 0,02-0,4 mg·kg<sup>-1</sup> (Kastori 1993) и повеќе се акумулира во генеративните отколку во вегетативните органи. Од таму и поголемата содржина кобалт во зрното на пченицата регистрирана при нашите истражувања (Таб. 1). За подетална анализа на добиените резултати за содржината на кобалт при различни третмани во нашиот експеримент не може да се зборува заради малата осетливост при мерењето на неговата концентрација со применетата метода,

Оловото е најчесто штетен елемент во животната средина. Тоа во почвата се наследува од матичниот супстрат или преку антропогената емисија (од издувните гасови на моторните возила, рудници за олово, од фабриките). За агрокосистемите значајно е збогатувањето на почвата со олово преку наводнувањето и поплавите со загадени води, како и неговото внесување со ѓубривата.

Во растенијата оловото доаѓа во мошне мали количества, зависно од условите на средината и од видот на растението. Од културните растенија ржта и пченката најмногу го поднесуваат оловото, додека пак пченицата е најосетлива.

Содржината на олово во пченицата сорта "Радика" одгледувана на чернозем во Овче Поле варира од трагови, кај одделни третмани, до 9 mg·kg<sup>-1</sup> кај ѓубрењата фолијарно со кобалт и NPK, односно кај

некои третмани содржината на олово во зрното е нешто над максимално дозволените количества (Сл. весник на СФРЈ, бр. 59, 1983), посебно во втората експериментална година.

За **кадмиумот** како биоген микроелемент многу ретко се среќаваат литературни податоци. Во нашите истражувања, спично на оловото, содржината на кадми-

умот кај некои третмани е над максимално дозволените количества  $0,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (Сл. весник на СФРЈ, бр. 59, 1983). Можно е извесно антропогено загадување преку воздушната полуција со олово и кадмиум, бидејќи во летните месеци, посебно во 1997 година, имаше хаварии во топилницата за олово и цинк во Велес, којашто од Овче Поле е оддалечена само 25 km.

## ЗАКЛУЧОЦИ

Врз основа на спроведените испитувања на содржината на тешки метали во зрното на пченицата сорта "Радика", одгледувана на чернозем во Овче Поле може да се донесат следните заклучоци:

1. Сите испитувани тешки метали се наоѓаат во границите на нормалните вредности наведени во литературата за пчениците. Исклучок прават само оловото и кадмиумот чишто концентрации само во ретки случаи, при одредени третмани, ги надминуваат максимално дозволените количества. Ваквото зголемување на нормалните концентрации може да се припише и на близината на антропогени

емисии на овие елементи до подрачјето на експериментот.

2. Без разлика на видот на ѓубрењето и дополнителниот третман, концентрацијата на испитуваните тешки метали во зрното не покажува особени разлики во текот на експериментот. За разлика од тоа, кај нетретираниите растенија концентрацијата на тешки метали во зрното значајно се намалува во втората година.

3. Третманот со бакар фолијарно покажа дека истиот поволно влијае врз зголемување на концентрацијата на бакарот во зрното само во втората година, бидејќи нема разлика помеѓу контролните и третираните растенија во првата година.

## РЕФЕРЕНЦИ

- Bergmann, W. (1975). Die Bedeutung der Dlmung mit Mikronahrstoffen fur die weitere Steigerung der' pflanzlichen Production. Mikronahrstoffe. Berlin.
- Chapmann, H. (1966). Diagnostic Criteria for Plants and Soils. University of California. Div. of Agric. Science.
- Јекпќ, МЛ и Цекова, М. (1985). Агрохемија. II дел. Универзитет "Кирил и Методиј", Земјоделски сракултет, Скопје.
- Кастори, Р. (1981). Садржај и расподела биогених елемената у пшеници. Физиологија пшенице. САНУ, књ. 53, Београд.
- Kastori, R. (1993). Fiziologija bilja, IV izdanje. IP "Nauka", Beograd.
- Каталимов, М. (1965). Микроелемент и микроудобренија. Изда. Хемија, Москва, Ленинград.

- Пейве, Я. (1963). Руководство по применению микроудобрений. Издательство Космос, Москва.
- Петковски, Д. и Меловски, Љ. (1995). Содржина на некој леснораство-рливи метали (Mn, Fe, Si, Zn, Co и Pb) во черноземите од Овче Поле. Екол. Зашт. Живот. Сред., Том 3,1-2: 35-42, Скопје.
- Протасова, А. Н., Голубев, И., Коробейников, Н. (1996). Микроелемент в ландшафтах Тамбовско области и биогеохемическое районирование её территории. Почвоведение, No 12. Москва.
- Scharrer, K. (1955). Biochemie der Spurenelemente. Berlin.
- Sačiragić, B. i Jekić, M. (1988). Agrohemiја, II izdanje. Univerzitet u Sarajevu.

## THE CONTENT OF SOME HEAVY METALS IN THE WHEAT GRAIN GROWN ON OVCHE POLE CHERNOZEMS

Dime PETKOVSKI<sup>1</sup>, Ljupcho MELOVSKI<sup>2</sup>  
and Rada STOJANOVSKA-PETKOVSKA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Agriculture, Skopje, R. of Makedonija

<sup>2</sup>Institute of Biology, Faculty of Natural Sciences, Skopje, R. of Makedonija

<sup>3</sup>Energetic-Machine School Centre "Nikola Tesla", Skopje, R. Makedonija

### SUMMARY

The results of two year's field experiment of heavy metals (Mn, Fe, Zn, Cu, Co, Pb and Cd) content in the winter wheat grain, cultivar "Radika", grown on Ovche Pole chernozems are presented in this article. In the experiment, six different treatments were performed, using method of randomised block system in four replications, During the first experimental year (1995/96) the following treatments were done:

1. Untreated (control);
2. N<sub>45</sub> P<sub>45</sub> K<sub>45</sub>, i. e. 300 kg·ha<sup>-1</sup> N : P : K = 15 : 15 : 15;
3. N<sub>45</sub> P<sub>45</sub> K<sub>45</sub> + 5 kg·ha<sup>-1</sup> CuSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O
4. N<sub>45</sub> P<sub>45</sub> K<sub>45</sub> + 5 kg·ha<sup>-1</sup> CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O
5. N<sub>45</sub> P<sub>45</sub> K<sub>45</sub> + 5 kg·ha<sup>-1</sup> CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O + 5 kg·ha<sup>-1</sup> CuSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O
6. Production N<sub>111</sub>P<sub>68</sub>, i.e. 300 kg·ha<sup>-1</sup> N : P = 20 : 28 and 150 kg·ha<sup>-1</sup> URAS with 34% N.

The experiment was arranged in the same manner the second year' as well, but an additional fertilisation was applied on 23 January 1997 with 180 kg·ha<sup>-1</sup> KAN and a single irrigation in May as well. Copper and Cobalt were applied by spraying through the foliage in the phase of beginning of leaf production.

The soils were clayey loams or loamy clays, with low alkalinity, moderate humus and rich with total and available nitrogen after Turin and rich with available phosphorus and potassium after Al-method of Riehm (Петковски и Меловски 1995).

The content of heavy metals (microelements) in the grain were found to be in the allowable concentration, except for the Pb and Cd which were something above the maximum allowable concentration just in few cases (Tab.1). This might be due to the anthropogenous emissions of these elements from the smeltery about 2.5 km away from the experimental plots.

The content of studied heavy metals (microelements) was decreased in control wheat grains in second experimental year (about 12% in case of Mn, 7% for Fe, 41% for Zn and 38% for Cu), while it was varying around normal values in case of all other treatments. Copper was an exception (Tab.1). Application of copper proved to be beneficial for its increased content in kernel, especially during the second year.