

Екол. Зашт. Живот. Сред.	Том 3	Број 1-2	стр. 35-42	Скопје 1995
Ekol. Zašt. Život. Sred.	Vol.	No.	p.p.	Skopje

Примено во редакција
22 декември 1995

ISSN 0354-2491
УДК 546.4/8:631.445.4 (497.17)
оригинален научен труд

СОДРЖИНА НА НЕКОИ ЛЕСНОРАСТВОРЛИВИ ТЕШКИ МЕТАЛИ (Mn, Fe, Cu, Zn, Co i Pb) ВО ЧЕРНОЗЕМИТЕ ОД ОВЧЕ ПОЛЕ

Диме ПЕТКОВСКИ¹ и Љупчо МЕЛОВСКИ²

¹Земјоделски институт, Завод за педологија и агрохемија, Скопје, Р. Македонија

²Институт за биологија, Природно-математички факултет, Скопје, Р. Македонија

ИЗВОД

Петковски, Д. и Меловски, Љ. (1995). Содржина на некои леснорастворливи тешки метали (Mn, Fe, Cu, Zn, Co и Pb) во черноземите од Овче Поле. Екол. Зашт. Жив. Сред. Том 3, Бр. 1-2, Скопје.

Трудот ги презентира истражувањата на содржината на леснорастворливите тешки метали (Mn, Fe, Cu, Zn, Co и Pb) во черноземите од ОПО во с. Амзигево - Овче Поле на Земјоделскиот институт - Скопје. Истовремено се проучувани механичкиот состав на почвата и содржината на леснодостапни за растенијата N, P_т и K_т, како и содржината на карбонати, хумус, вкупен N и реакцијата на почвениот раствор.

Содржината на леснорастворливите тешки метали во истражуваните почви е во согласност со податоците за содржината на овие метали во смолниците од Овче Поле и се должи главно на природното трошење на примарните минерали, така што тие не покажуваат знаци на загадување од антропогено потекло, особено во поглед на оловото.

Клучни зборови: тешки метали, почва, чернозем, манган, железо, цинк, бакар, кобалт, олово

ABSTRACT

Petkovski, D. and Melovski, Lj. (1995). The content of some available heavy metals in chernozems from Ovche Pole. Ecol. Zašt. Život. Sred., Vol. 3, No 1-2, Skopje.

This study represents the results of the investigation of some heavy metals (Mn, Fe, Cu, Zn, Co and Pb) content (easy soluble) in the chernozem soils from Ovche Pole. The soil samples were collected in October 1995 representing the horizons Ap, A, AC, C of chernozems from OPO of Agricultural Institute - Skopje in Amzibegovo - Ovche Pole. An average samples from 0-20 cm and 20-40 cm depth were also collected. Beside the heavy metal content, some physical parameters and other common chemical properties of the soil were estimated as well.

The content of easy soluble heavy metals in the investigated soils is mainly due to the natural weathering of primary rock minerals, and not to the anthropogenic pollution, especially concerning the lead content.

Key words: heavy metals, soil, chernozem, manganese, iron, copper, zinc, cobalt and lead

ВОВЕД

Во склоп на научно-истражувачкиот проект "Пратење на содржината на тешки метали во почвата, растенијата и водите за наводнување во Кочанско Поле и Овче Поле" (финансиран од Министерството за наука на Р. Македонија) се извршени детални теренски и лабораториски проучувања на черноземите од ОПО во с. Амзигево - Овче Поле, особено од аспектот на застапенос-

та на тешки метали-микроелементи во почвата.

Познавањето на содржината на овие елементи е од големо значење за изборот на културата и постигнувањето на високи и стабилни приноси (како есенцијални микроелементи, освен оловото), а исто така и во поглед на проценка на загаденоста на почвата.

ОБЈЕКТ И МЕТОДИ НА РАБОТА

Во октомври 1995 година беше ископан и морфолошки опишан еден почвен профил на черноземите на површините од ОПО во с. Амзибегово - Овче Поле, сопственост на Земјоделскиот институт - Скопје. Истовремено беа земени и две просечни проби, комбинирани од по 10 поединечни проби (добро измешани) од длабочините 0-20 cm и 20-40 cm.

Теренските проучувања беа извршени согласно прифатената методика во нашата земја, по Filipovski (1967), а почвите се класирани по Филиповски (1985) и Škorić i sar. (1985).

Лабораториските анализи се извршени во Заводот за педологија и агрохемија при Земјоделскиот институт во Скопје според прифатени методика во нашата земја (Bogdanović i sar. 1966; Resulović i sar. 1971; Manojlović et al 69, Станчев Ј. и сор. (1968)).

Леснорастворливите тешки метали (микроелементи) Mn, Fe, Cu, Zn, Co и Pb се екстрахирани со пуферен раствор од оцетна киселина (Baron 1954) и детерминирани на атомски атосорпционен спектрометар тип Varian на Институтот за биологија, ПМФ - Скопје.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

За подобра прегледност и за правилно толкување на резултатите од истражувањето на содржината на леснорастворливите (активни) тешки метали беа извршени и анализи на механичкиот состав и хигроскопната влага (Таб. 1) и некои хемиски својства и содржината на макроелементите азот, фос-

фор и калиум (Таб. 2).

Истражуваните черноземи според Scheffer & Schachtschabel (1956) (Таб. 1) се глинести иловици и прашливи глини. Сите истражувани почви се карбонатни по целиот профил (Таб. 2).

Таб. 1 Механички состав и хигроскопна влага на черноземите
Tab. 1 Texture and hygroscopic moisture of chernozems

Локалитет Locality	Хоризонт и длабочина Horizon and depth (cm)	СКЕЛЕТ COARSE FRAGMENTS (> 2 mm)	ФРАКЦИИ НА СИТНОЗЕМ (%) SOIL SEPARATES (%)					Хигроскопна влага (%) Hygroscopic moisture (%)
			Крулен песок Coarse sand (0,25-2 mm)	Ситен песок Fine sand (0,02-0,25 mm)	Прав Silt (0,002-0,02 mm)	Глина Clay (< 0,02 mm)	Прав+глина Silt+Clay (< 0,02 mm)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Амзибегово	Ap 0-35	0,11	0,70	45,50	28,00	25,80	53,80	3,09
	A 35-68	0,11	0,35	46,15	32,40	21,10	53,50	3,12
Amzibegovo	AC 68-107	0,18	0,21	22,39	39,00	38,40	77,40	3,38
	C 107-130	0,03	0,20	16,10	36,70	47,00	83,70	3,95
I Просечна проба	0-20	0,06	0,55	44,95	26,60	28,00	54,50	3,10
I Average sample	20-40	0,08	0,55	47,85	24,90	26,70	51,60	3,06
II Просечна проба	0-20	0,13	0,64	44,96	26,80	27,60	54,40	3,16
II Average sample	20-40	0,12	0,51	45,99	29,10	24,40	53,50	3,14

По однос на содржината на хумус истражуваните почви се слабо до умерено хумозни и истата варира од 2,4 до 3,7% и опаѓа со длабочината на почвата. Содржината на вкупен азот стои во корелација со содржината на хумус додека леснодостапниот азот

за растенијата во А-хоризонтот се движи од 8,03 до 10,34 mg на 100 g. Содржината на леснодостапниот фосфор се движи од 20,23 до 31,27 mg P₂O₅ на 100g почва, додека содржината на леснодостапниот калиум во А-хоризонтот варира од 26,32 до 61,% mg

K₂O на 100g почва и сите испитувани проби спаѓаат во групата на богати и мошне богати почви со овие биогени елементи. Според реакцијата на почвениот раствор во водена

суспензија според класификација во САД (Филиповски 1985) овие почви спаѓаат во групата на слабо до умерено алкални.

Таб 2 Некои поважни хемиски својства и содржина на леснорастворливи тешки метали во черноземите
Tab. 2 Some important chemical properties and available haevy metals content in chernozems

Лока- литет Locality	Хоризонт и длабочина Horizon and depth (cm)	CaCO ₃ CaCO ₃ (%)	Хумус Humus (%)	Вкупен Total N (%)	pH (H ₂ O)	pH (n KCl)	Леснодостапни (mg·100 g ⁻¹) Available (mg·100 g ⁻¹ soil)			Леснорастворливи (mg·kg ⁻¹) Available (active) (mg·kg ⁻¹)					
							N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mn	Fe	Cu	Zn	Co	Pb
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Амзиб- гово	Ap 0-35	3,75	3,43	0,27	8,1	6,7	10,34	31,27	42,31	173	72	4,1	3,8	0,3	0,1
	A 35-68	5,07	2,74	0,27	8,1	6,8	8,03	20,23	26,32	267	236	2,5	6,7	0,4	≈0,0
Amzib- гово	AC 68-107	9,28	2,56	0,27	8,2	7,1	7,74	24,43	20,80	318	363	2,9	9,5	0,3	≈0,0
	C 107-130	16,91	2,49	0,23	8,6	7,4	6,87	22,90	20,93	370	576	2,0	7,4	1,0	≈0,0
I Просечна проба	0-20	5,73	3,43	0,46	7,5	6,7	10,05	27,24	41,28	-	-	-	-	-	-
I Average sample	20-40	6,17	3,43	0,27	8,0	6,9	9,04	26,72	42,29	-	-	-	-	-	-
II Просечна проба	0-20	4,64	3,64	0,33	8,0	8	10,92	30,87	61,96	-	-	-	-	-	-
II Average sample	20-40	4,64	3,72	0,32	8,0	6,8	9,76	30,87	52,03	-	-	-	-	-	-

Манганот во почвата се наоѓа во вид на двовалентни и повеќевалентни слободни оксиди, потоа адсорбиран од глината и хумусот и еден дел во органска форма, но неговото примање од страна на растенијата повеќе зависи од неговата достапна форма отколку од неговата вкупна количина во почвата која главно потекнува од примарните минерали. Содржината на активен манган зависи од редокс-потенцијалот и од реакцијата на почвата, од содржината на карбонати, микробиолошката активност, како и од влажноста на почвата.

Содржината на активниот манган во черноземите во Овче Поле се движи од 173 до 370 mg·kg⁻¹, при што поради поголемата аерација во ораничниот Ap-хоризонт и поголемото искористување од страна на земјоделските култури тој содржи помалку манган од подлабоките хоризонти. Според Janković i Porović (1967) черноземите од Суботица и Сомбор содржат 22,5 односно 31,0 mg·kg⁻¹ достапен манган и 560 односно 933 mg·kg⁻¹ вкупен манган. Savić i Jekić (1977) изнесуваат податоци дека смолниците од

Лозово (Овче Поле) и Романовце (Куманово) содржат 172,3 -271,0 mg·kg⁻¹ односно 195,5-249,7 mg·kg⁻¹, додека според Jekić i Savić (1976) во смолниците од Лозово, кои содржат физичка глина 38,1-44,3%, содржината на достапен манган изнесува 84,4-118,4 mg·kg⁻¹, а смолниците во Романовце со 56,0-63,3% физичка глина (честички помали од 0,02 mm во дијаметар) содржат 260,3-302,2 mg·kg⁻¹ манган во ораничниот слој.

Petkovski i Đorđiev (1991) во смолниците од кратовско-злетовскиот еруптивен регион изнесуваат податоци дека содржината на активниот манган се движи од 59,5 до 625,0 mg·kg⁻¹, додека според Петковски и сор, (1995) смолниците од Ерџелија во ораничниот слој содржат 293 mg·kg⁻¹ активен манган.

Според Glintić (1988) содржината на манган во почвата се движи од 200-3000 mg·kg⁻¹, додека Schachtschabel (1955) при различни вредности на pH во n KCl суфицитната содржина на активен манган во почвата се јавува во следниве долни граници:

pH во n KCl	5,8-5,9	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0
активен Mn mg·kg ⁻¹	10	25	30	40	50	60	70

Според Стојковска и Спировски (1963) содржината на активен манган во чернозем-

смолниците во Р. Македонија варира 55-565 mg·kg⁻¹.

Железото некои автори го вбројуваат во микроелементите. Во почвата се наоѓа во вид на примарни (биотит и оливин) и секундарни минерали (гетит, хематит, магнетит, железни фосфати и др.). Во почвата железо се внесува и со ѓубривата. Во кисели почви може да дојде до токсично дејство на одвишокот двовалентно железо, заради високата концентрација на железо во јонска состојба. Во алкална средина железото се таложи во вид на железни оксиди што може да доведе до недостиг на железо за растенијата (Јекиќ и Џекова 1985). Според истите автори содржината на достапно железо во смолниците во Р. Македонија варира од 46 до 269 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, а според Ćuvarđić et al. (1993) просечната содржина на леснорастворливото железо во почвите од Банат и Срем се движи од 7,1 до 78,5 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Во нашите истражувања содржината на леснорастворливото железо во черноземите од Амзибегово - Овче Поле варира од 72 до 576 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, при што ораничниот слој содржи значително пониска содржина во споредба со подолните слоеви, што веројатно се должи на биолошкото изнесување на нешто полесниот механички состав.

Според Glintić (1988) содржината на железото во почвата варира од 200 до 100000 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Бакарот како микроелемент во почвата потекнува од кафеавите примарни минерали (кои содржат уште и железо и магнезиум) како и од секундарните минерали. Неговата содржина се зголемува со глината во почвата, а значителни се и органските резерви. Вкупната резерва на бакар во почвата се движи од 5 до 100 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ и главно зависи од почвениот тип и од супстратот од кој настанала почвата. Почвите во котлините на Р. Македонија содржат 6,6-57,2 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ и се добро обезбедени со бакар (Јекиќ и Џекова 1985), а биолошки активната форма варира 0,2-20 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Бакарот заслужува подеднакво внимание од гледиште на растителната, анималната и хуманата екологија бидејќи амплитудите на поволните и токсичните концентрации на бакарот се многу блиски и тешко може да се контролираат.

Содржината на леснорастворливиот бакар во черноземите од Овче Поле се дви-

жи од 2,0 до 4,1 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ и највисоки вредности покажува во ораничниот слој, што укажува дека и ѓубрењето има извесно влијание. Според класификацијата по Пејве (од Јекиќ и Џекова 1985) истражуваните почви спаѓаат во групата на среднообезбедени и богати со бакар. Според Ćuvarđić et al. (1993) почвите од Банат и Срем еодржат од 0,9 до 33,7 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ бакар или просечно 4,4 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Spasovski i sag. (1986) изнесуваат податоци дека во делувилните почви во Скопско содржината на бакар изнесува 1,4-1,6 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, циметните почви во Република Македонија содржината на растворлив бакар изнесува 0,1-2,5 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, додека во солениите почви во Р. Македонија според Георгиев и сор. (1974) содржината на леснорастворлив бакар варира од 0,1 до 26 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Jekić i Savić (1976) и Savić i Jekić (1977) во смолниците од Македонија изнесуваат податоци дека леснорастворливиот бакар изнесува 5,4-9,9 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Според Đordiev et al. (1992) смолниците од кратовско-злетовската еруптивна област содржат 1,4-13,25 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ бакар.

Цинкот како микроелемент спаѓа во групата метали кои имаат биогена функција. Во почвата цинкот потекнува од примарните и секундарните минерали, како и дел од органските материи и хелати. Од минералите што содржат цинк поважни се: биотит, амфиболи, пироксени, сулфати, карбонати, фосфати, сулфиди, оксиди и др.

Вкупните резерви на цинкот во почвата изнесуваат од 10 до 300 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Во текот на педогенезата со распаѓање на минералите се ослободуваат слободни двовалентни цинкови катјони кои доаѓаат во почвениот раствор или се адсорбираат во почвените колоиди. Тој има два максимума на достапност за растенијата и тоа при рН 8,5-10 и 4,8-6,5 кога фактички е растворлив во вода, а покрај тоа неговата концентрацијата во почвениот раствор зависи и од содржината на фосфати и органска материја во почвата, механичкиот состав, како и од вкупната содржина на цинк во почвата.

Проучуваните черноземи од Овче Поле содржат 3,8-9,5 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ леснорастворлив цинк и според класификацијата на Пејве (од Јекиќ и Џекова 1985) спаѓаат во групата на богати почви со леснорастворлив цинк. Stevanović et al. (1992) изнесува податок за

содржината на леснорастворлив цинк од $7,00 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ во чернозем, а Spasovski et al. (1986) изнесуваат податоци за содржина на цинк во делувиум кај Скопје од $1,25$ до $1,35 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Според Đorđiev et al. (1992) во смолниците од кратовско-злетовската еруптивна област, содржината на леснорастворливиот цинк варира од $0,26$ до $3,81 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, додека според Петковски и сор. (1995) карбонатните смолници од Ерџелија содржат $2,9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ леснорастворлив цинк. Čuvardić et al. (1993) во почвите од Банат и Срем (веројатно черноземи) изнесуваат податоци дека содржината на леснорастворливиот цинк варира од $0,4$ до $20,9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ или просечно $3,9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Според Јекиќ и Савиќ (1975) смолниците во Македонија содржат $0,48$ - $0,94 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ додека Glintić (1988) истакнува дека почвите во Југославија содржат 25 - $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ цинк, а Janković i Porović (1967) изнесуваат податоци дека черноземите во Србија (Суботица и Сомбор) содржат $3,8$ - $4,7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ леснодостапен цинк односно $75,40$ - $85,35 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ вкупен цинк. Јекиќ и Савиќ (1975) во делувијални почви изнесуваат податоци дека содржат $1,81$ - $1,83 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ леснорастворлив цинк, додека според Јекиќ и Савиќ (1972) некои засолени и циметни почви во Република Македонија содржат $0,43$ - $10,20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ растворлив цинк.

Кобалтот во почвата потекнува од примарните и секундарните минерали и дел од органските материи. Тој во почвата најчесто доаѓа заедно со железото и никелот, а делумно со бакарот и другите тешки метали. Вкупната содржина на кобалт во почвата варира од 1 до $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ зависно од почвениот тип, геолошката подлога, климата и друго. Според литературни податоци (од Јекиќ и Џекова 1985) граничните вредности за кобалт се следните: $< 0,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ во сува почва - мошне сиромашна; $0,2$ - $1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ - сиромашна; 1 - $3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ - средно богата и содржина $> 3,00 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ - богата почва. Почвите образувани врз кисели стени (гранити, диорити) се најсиромашни со кобалт, додека најголема содржина на кобалт се среќава во почвите образувани врз ултрабазични и базични стени. Карбонатните и тресетните почви содржат $0,25$ - $1,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ леснорастворлив кобалт. За растенијата достапен е кобалтот во почвениот раствор (хлориди,

нитрати, сулфати итн.), како и во форма на заменлив (атсорбиран) од почвените колоиди. Со закиселување на почвената средина се зголемува достапниот кобалт за растенијата.

Во истражуваните черноземи од Амзибегово содржината на леснорастворлив кобалт се движи од $0,3$ до $1,0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ и тие спаѓаат во групата на сиромашни до средно обезбедени почви. Според Георгиев и Јекиќ (1972) содржината на леснорастворлив кобалт во некои засолени и циметни почви варира од $0,087$ до $1,213 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, додека според Spirovski i Georgiev (1971) неговата содржина во некои циметни шумски почви изнесува $0,3$ - $15,462 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Според наши поранешни резултати (Gjorgjiev and Petkovski 1994) содржината на леснорастворлив кобалт во смолниците од кратовско-злетовскиот еруптивен регион изнесува $0,4$ - $2,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, а во истите почви неговата вкупна количина се движи од 3 до $18 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Čuvardić et al. (1993) за почвите од Банат и Срем (веројатно черноземи) изнесуваат податоци за содржината на кобалт $0,05$ - $0,3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ или просечно $0,10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Георгиев и Јекиќ (1971) изнесуваат податоци дека од 30 почвени проби од низинско-ритските и планински пасишта, 23 се мошне сиромашни и сиромашни, едно е средно и шест се добро обезбедени со кобалт.

Оловото најчесто е штетен елемент во животната средина. Тоа во почвата главно се наследува од матичниот супстрат или во почвата доаѓа преку таложење на оловото од антропогената емисија: издувните гасови на моторните возила, од рудниците за олово, од поплави со вода која содржи олово, фабриките, од ѓубривата итн. Содржината на олово во почвите варира од приближно 0 до $39 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, а во растенијата до $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Според нашите истражувања содржината на леснорастворливо олово во черноземите од Амзибегово изнесува од $=0,0$ до $0,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ и тоа се јавува во количини кои лесно можат да се регистрираат само во површинскиот слој на почвата, веројатно како резултат на аерозагадување.

Според Митrikesки и Миткова (1994) оризните почви во Кочанско Поле содржат од $=0$ до $10,20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ вкупно олово. Христовски (1980) испитувајќи ги алувијалните поч-

ви покрај реките Брегалница, Злетовска Река и Каменичка Река констатирал дека количината на вкупното олово се движи од трагови до $4220 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Џекова и сор. (1988) изнесуваат податоци дека содржината на олово во почвите околу автопатот Скопје - Градско изнесува $19\text{-}62 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, а истите автори во почвите од околината на топил-

ницата за олово и цинк во Титов Велес констатирале количина на олово од 54 до $6764 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Мулев и сор. (1993) проучувајќи ја содржината на олово во површинскиот слој на почвата (0-10 cm) во пет локалитети во Скопје констатирале дека таа варира од 17 до $162 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

ЗАКЛУЧОЦИ

Од добиените резултати при истражувањето на содржината на леснорастворливи тешки метали (микроелементи) во черноземите од Амзибегово - Овче Поле може да се изведат следните заклучоци:

- По механички состав почвите се глинести иловици и прашливи глини, карбонатни од површината, слабо до умерено алкални, умерено хумозни, и се богати со вкупен и леснодостапен азот по Тјурин, како и леснодостапни калиум и фосфор, што ги вбројува во групата на богати почви и спаѓаат во П, бонитетна класа.

- Содржината на активен манган е во рамките на нормалните вредности. Овие почви не покажуваат загаденост со овој елемент од антропогено потекло, така што поголемата содржина на леснорастворлив манган, отколку што е вообичаено за черноземите, во подолните почвени слоеви може попрво да се припише на поинтензивните природни процеси на трошење на минералите во тие слоеви.

Леснорастворливото железо се наоѓа во суфицит кој секако не се должи на аеро или друго загадување бидејќи ораничниот слој (кој прв би се загадил од надворешни извори) содржи значително помалку железо

од подолните слоеви.

- Според содржината на леснорастворлив бакар, кој варира од 2,0 до $4,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, се средно обезбедени до богати а леснорастворливи цинк ($3,8\text{-}9,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) овие почви спаѓаат во богати и мошне богати. Сепак, сепак нема знаци на прекумерна концентрација на овие елементи во истражуваните почви и покрај релативната близина на топилнички комплекс за олово и цинк во Титов Велес.

- Содржината на леснорастворлив кобалт варира од 0,3 до $1,0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ според што овие почви спаѓаат во групата на сиромашни и средно обезбедени почви со кобалт.

- Леснорастворливото олово се јавува во трагови. Нешто зголемената количина во површинскиот слој сепак укажува на извесно незначително влијание на сообраќајот врз содржината на овој елемент. Очигледно релативната близина на топилница за олово и цинк во Титов Велес, која според многу податоци е силен загадувач на околните почви, нема влијание на овој регион, што е прифатливо со оглед на доминацијата на северниот и јужниот правец на ветровите по долината на реката Вардар во овој регион.

РЕФЕРЕНЦИ

- Bogdanović, M. (Red.) (1966). Hemijske metode ispitivanja zemljišta, Knjiga I. IDPZ, Beograd.
- Baron, H. (1954). Gemeinsame Extraktion und chemische Bestimmung des leichtlöslichen Anteils der Micronährstoffe Bor, Eisen, Cobalt, Kupfer, Mangan, Molybden und Zink im Boden. Landw. Forsch. 7, 82-105.
- Георгиев, М. и Жекиќ, М. (1971). Содржина на изменлив Са, леснопристапен К и

леснорастворлив Со во некои почви на низинско-ридски и планински пасишта во Македонија. Годишен зборник на Природно-математичкиот факултет на Универзитетот „Кирил и Методиј“ - Скопје, Биологија, Кн. 23. Георгиев, М. и Жекиќ, М. (1972). Изменлив Са, пристапни Mg, K, Fe, B и Co во некои засолени и циметни почви на СР Македонија. Годишен зборник на Природно-математичкиот факултет на

- Универзитетот "Кирил и Методиј" - Скопје, Биологија, Кн. 24:135-141.
- Георгиев, М., Спировски, Ј., Мицевска, М. (1974). Содржина на активен К и Мп, леснодостапен Mg и леснорастворливо Fe, Cu и F во солончаците и солончакестите почви на СР Македонија. Годишен зборник на Природно-математичкиот факултет на Универзитетот "Кирил и Методиј" - Скопје, Биологија, Кн. 26:143-154.
- Glintić, M. (1988). Mikroelementi i njihova upotreba u ishrani biljaka sa posebnim osvrtom na stanje u SFR Jugoslaviji. *Agrohemija*, br. 3:171-183.
- Đorđiev, M., Petkovski, D. Avramovski, T. (1992). Content of easy soluble boron, copper and zinc in vertisol soils of Kratovo-Zletovo volcanic region. *Zemljište i biljka*, Vol. 41, No. 2:117-124.
- Gjorgjiev, M., Petkovski, D. (1994). Content of total and easy soluble cobalt in the vertisols of Kratovo-Zletovo volcanic region. *Ekol. Zašt. Život. Sred.*, Vol. 2, No. 2:37-41.
- Janković, M. Popović, Ž. (1967). Prilog poznavanja sadržaja bakra, mangana i cinka u nekim tipovima zemljišta Srbije. *Agrohemija*, No. 9-10: 401-404.
- Јекиќ, М., Савиќ, Б. (1972). Содржина на Мп, Cu и Zn во некои засолени и циметни почви на СР Македонија. Годишен зборник на Земјоделско-шумарскиот факултет на Универзитетот во Скопје. Кн. 24:5-14.
- Јекиќ, М., Савиќ, Б. (1975). Садржај мангана, бабра и цинка у делувијалном землјишту и дувану типа "Прилеп". Институт за тутун, 9-10:341-351, Прилеп.
- Jekić, M., Savić, B. (1976). Sadržaj mangana, bakra i cinka u pšenici San Pastore, smonici, aluviumu i deluviumu SR Make-donija. *Agrohemija*, No. 1-2:47-53.
- Јекиќ, М., Џекова, М. (1985). *Агрохемија*, П дел. Универзитет "Кирил и Методиј", Земјоделски факултет, Скопје.
- Manojlović, S., Rajković, Ž., Glintić, M., Šestić, S. (1969). Priručnik za sistematsku kontrolu plodnosti zemljišta i upotrebu đubriva. *Agrohemija*, Beograd.
- Митrikesки, Ј., Миткова, Т. (1994). Содржина на тешки метали во оризните почви распространети во Кочанско Поле. XIX советување за заштита на растенијата, Охрид.
- Мулев, М., Меловски, Љ. и Дерлиева, Л. (1993). Содржина на некој тешки метали во почвата и во листовите и кората на елата (*Abies sp.*) во градот Скопје. *Екол. Зашт. Живот. Сред.*, Том 1, Бр. 1-2:52-62.
- Petkovski, D., Đorđiev, M. (1991). Content of easy soluble iron and active manganese in smonitza soils of Kratovo-Zletovo eruptive region. *Zemljište i biljka*, Vol. 40, No. 2:111-117.
- Петковски, Д., Ѓорѓиев, М., Иваноски, М. (1995). Дејство на зголемени количества на манган во почвата врз приносот кај факултативната мека пченица сорта "Треска". *Македонска земјоделска ревија*, Vol. 42, бр. 1.
- Resulović, H. (Red.). (1971). Metode istraživanja fizičkih svojstava zemljišta. *Knjiga V*, JDPZ, Beograd.
- Savić, B., Jekić, M. (1977). Dinamika mangana, bakra i cinka u nekim tipovima zemljišta SR Makedonije. *Agrohemija*, No. 1-2:27-39.
- Schachtschabel, P. (1955). Das mangan im Boden. *Pflanzenernährung* 15,133-139.
- Spasovski, K., Jekić, M., Avramovski, T. (1986). Uticaj NPK đubriva i mikroelemenata na prinos, hemijski sastav pšenice i bilans hranljivih materija u zemljištu. *Agrohemija*, No. 5-6: 333-341.
- Spirovski, J., Georgiev, M. (1971). Sadržaj aktivnog Mn i lakorastvorljivog Cu i Co u cimetnim šumskim zemljištima SR Makedonije. *Agrohemija*, No. 5-6:211-219.
- Stevanović, D., Marković, N. and Zdravković, M. (1992). Influence of the moisture regime on the efficiency of boron and zinc in soils of different properties. *Zemljište i biljka*, Vol. 41, No. 3:171-175.
- Scheffer, F., Schachtschabel, P. (1956). *Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde. Teil I, Bodenkunde*, 250 pp. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Станчев, Л., Гјоров, Г., Машев, Х. (1968). Ръководство за хемичен анализ на растения, почви и торове. Изд: "Христо Данов" 207-212, Пловдив.
- Стојковска, А., Спировски, Ј. (1963). Содржина на манган во некои почви во СР Македонија. Годишен зборник на Зем-

- јоделско-шумарскиот факултет на Универзитетот во Скопје. Земјоделство, том XVI: 465-478.
- Filipovski, Đ. (1967). Metodika terenskog ispitivanja zemljišta i izrada pedoloških karata. Knjiga IV. JDPZ, Beograd.
- Thun, R., Herrmann, R., Knickmann, F. (1955). Die Untersuchung von B6den. 3. Aufl., 271 pp. Neumann Verlag, Radebeul und Berlin.
- Филиповски, Ѓ. (1985). Педологија. III издание. Универзитет "Кирил и Методиј", Скопје.
- Христовски, В. (1980). Влијанието на загаденоста на водите на реката Брегалница со тешки метали, врз оризиштата и оризот и можности за нивно отстранување. Магистерски труд, Технолошки факултет, Скопје, ракопис.
- Ćuvardić, M., Ubavić, M. and Bogdanović, D. (1993). Content of macro and microelements in vegetable plots. Zemljište i biljka, Vol. 42, No. 1:15-23.
- Џекова, М., Трпевски, Б., Таневски, Б., Аврамовски, Т., Спасовски, К. (1988). Содржина на олово и цинк во почвата и некои земјоделски култури во зависност од оддалеченоста од изворите на загадувањето. Завршен извештај. ООЗТ - Институт за проучување на почвите, Скопје, ракопис.
- Škorić, A., Filipovski, Đ., Ćirić, M. (1985). Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. Akademija nauka i umetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo.

THE CONTENT OF SOME AVAILABLE HEAVY METALS IN CHERNOZEMS FROM OVCHE POLE

Dime PETKOVSKI and Ljupcho MELOVSKI

¹Agricultural Institute, Department for Pedology and Agrochemistry, Skopje, R. of Macedonia

²Institute of Biology, Faculty of Natural Sciences, Skopje, R. of Macedonia

SUMMARY

This study represents the results of the investigation of some heavy metals (Mn, Fe, Cu, Zn, Co and Pb) content (easy soluble) in the chernozem soils from Ovche Pole. The soil samples were collected in October 1995 representing the horizons Ap, A, AC, C of chernozems from OPO of Agricultural Institute - Skopje in Amzibegovo - Ovche Pole. An average samples from 0-20 cm and 20-40 cm depth were also collected. Beside the heavy metal content, some physical parameters and other common chemical properties of the soil were estimated as well.

According to the texture composition (Tab. 1), the investigated soils may be classified as clayey loams and silty clays, calcareous from the surface, low to moderate alkaline and moderately humic. They are rich on total and easy available nitrogen according Tjurin, as well as easy available K and P (Tab 2).

The content of easy soluble Mn is in optimal range (Tab. 2). Its higher content in lower soil horizons than usually in chernozems is rather due to the natural soil rock weathering than to anthropogenic pollution. The same is valid for Fe as well.

The investigated soils are rich on easy soluble Cu and Zn (Tab. 2), though there are not signs of excessive artificial concentration. The Co content (0,3-1,0 mg·kg⁻¹) is relatively low.

The easy soluble lead concentration is very low. It is only registered in measurable range in the upper soil layer which is probably due to low traffic pollution.

The content of easy soluble heavy metals in the investigated soils is mainly due to the of primary rock minerals, and not to the anthropogenic pollution.