

Екол. Зашт. Живот. Сред.	Том 13	Број 1-2	Страна 13-21	Скопје 2010
Ekol. Zašt. Život. Sred.	Tome	No	pp.	Skopje

СОДРЖИНА НА ВКУПНИ ФОРМИ ТЕШКИ МЕТАЛИ ВО ПОЧВИ ОБРАЗУВАНИ ВРЗ ЛАПОРЦИ

Марјан АНДРЕЕВСКИ^{1,*}, Славчо ХРИСТОВСКИ², Христина ПОПОВСКА¹ и
Душко МУКАЕТОВ¹

¹Земјоделски институт, Универзитет “Св. Кирил и Методиј” Скопје, 1000, Скопје, Македонија

²Институт за биологија, Природно-математички факултет, Универзитет “Св. Кирил и Методиј”, п.ф.162,
1000, Скопје, Македонија

*mtandreevski@freemail.com.mk

ИЗВОД

Андреевски М., Христовски С., Поповска Х., Мукаетов Д. (2010). Содржина на вкупни форми тешки метали во почви образувани врз лапорци. Екол. Зашт. Живот. Сред. 13(1/2): 13-21, Скопје.

Цел на истражувањата е да се испита вкупната содржина на тешки метали (Pb, Cd, Cr, Ni и Co) во регосол и рендзина образувани врз лапорец. Во атарот на с. Тимјаник (Неготинско) на локалитетот Цуцка, на површина од 11 ха е ископан еден почвен профил на регосол (профил 1) и еден профил на рендзина (профил 2). Растворањето на почвените проби е извршено со “царска вода”, (концентрирана HCl и HNO₃ во однос 3 : 1). Определувањето на Cr и Ni е извршено со атомски емисионен спектрометар со индуктивно спрегната плазма Varian 715 ES, а Cd, Co и Pb со електротермички атомски апсорбиционен спектрометар Varian SpectrAA 614Z. Во испитуваните почви, содржината на вкупно олово и кадмиум е пониска од референтните вредности, а содржината на вкупен хром и кобалт во некои почвени проби е нешто повисока од референтните вредности и заради ова нема опасност од контаминација на почвата со овие тешки метали. Содржината на вкупен никел е повисока од референтните вредности но пониска од интервентните вредности, освен хор. Ар на профил 2 каде вредностите се нешто повисоки од интервентните вредности.

Клучни зборови: лапорец, тешки метали, олово, кадмиум, хром, никел, кобалт

ABSTRACT

Andreevski M., Hristovski S., Popovska H. & Mukaetov D. (2010). Content of total forms of heavy metals in some soil types formed on marl. Ekol. Zašt. Život. Sred. 13(1/2): 13-21, Skopje.

The main goal of these investigations is to determine the total content of heavy metals (Pb, Cd, Cr, Ni and Co) in regosols and rendzinas formed on marl. An area of 11 ha was examined with excavation of two soil profiles, one regosol (prof. 1) and one rendzina soil profile (prof. 2) in the vicinity of village Timjanik (city of Negotino), Cucka locality. Soil samples were digested with “aqua regia” (1:3 ratio of concentrate HCl and HNO₃). Determination of Cr and Ni was performed on atomic emission spectrometer with inductively coupled plasma Varian 715 ES, while Cd, Co and Pb with electrothermal atomic absorption spectrometer Varian 614 Z. The content of total lead and cadmium is lower than the referent values, while the content of total chromium and cobalt in some soil samples is a bit higher than the referent values. The content of total nickel is higher than the referent values, but less than the intervene values, except in the hor. Ap of prof. 2 where the content of total nickel was higher than the intervene values.

Key words: marl, heavy metals, lead, cadmium, chromium, nickel, cobalt

ВОВЕД

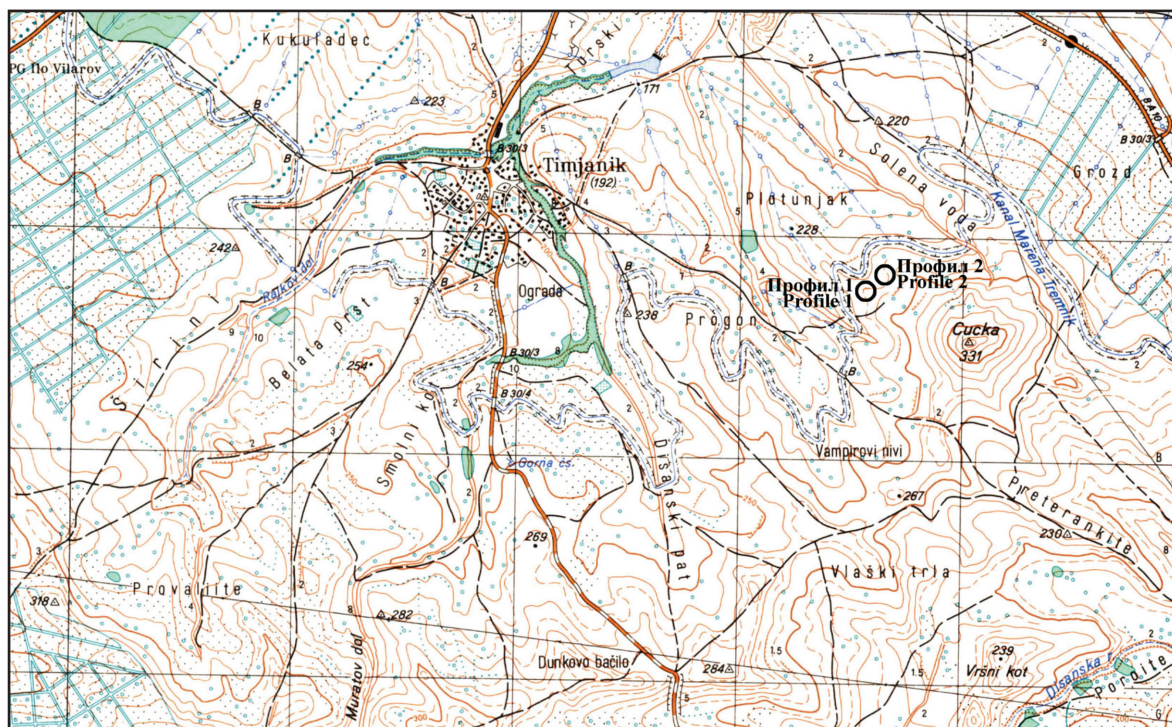
Во овој труд се изнесени податоци за механичкиот состав, некои хемиски својства и содржината на вкупните форми на олово, кадмиум, хром, никел и кобалт во регосол и рендзина образувани врз лапорец. Според Филиповски (1993) лапорецот (мергел) е седиментна стена, растресита или слабо сврзана што се состои од 40-80% CaCO_3 и од различни количества глина, понекогаш со примеси од школки и други покрупни фрагменти.

Први податоци за содржината на вкупни форми на олово и кадмиум од Тиквешкиот регион се сретнуваат во трудот на Митрически и др. (2000). Овие истражувачи презентираат податоци за содржината на овие тешки метали во черноземите од овој регион. Voev et al. (2005) даваат податоци за вкупни форми на никел, кадмиум и хром од Тиквешкиот регион за површински почвени проби земени од 50 локации од 0 до 10cm длабочина. Андреевски и др. (2008) изнесуваат податоци за содржината на вкупни форми на хром и никел во ригосолите распространети во непосредна околина на металургискиот комбинат Фени. Најдетални истражувања за содржината на вкупни форми на олово, кадмиум, хром, никел и кобалт во почви од Тиквешкиот регион се извршени од страна на Stafilov et al. (2008). Овие истражувачи извршиле испитувања на 31 хемиски елементи, на површина од 360 km², при што се

земени почвени проби од 172 локации на длабочина од 0-5 cm и од 20-30cm. Нивниот подоцнежен труд ја обработува просторната распределба на никелот во Тиквешкиот регион (Stafilov et al. 2009). Податоци за вкупната содржина на олово и кадмиум во смолниците од околина на с. Вешје (Неготинско) даваат Андреевски и др. (2009). Од погоре изнесеното може да се констатира дека по однос на содржината на вкупни форми на тешки метали, Тиквешкиот регион е еден од најпроучените во Република Македонија.

Во достапната литература не сретнавме податоци за содржината на вкупните форми на олово, кадмиум, хром, никел и кобалт во регосоли и рендзини образувани врз лапорци од територијата на Република Македонија. Нема податоци ниту за вкупните форми на овие тешки метали за регосолите и рендзините образувани врз други матични стени од територијата на Република Македонија. Во овој труд ќе бидат презентирани први податоци за содржината на вкупните форми тешки метали (Pb, Cd, Cr, Ni и Co) во регосол и рендзина од територијата на Република Македонија.

Според новопредложената класификација на почвите на Република Македонија (Филиповски 2006) профил 1 спаѓа во големата група почви ентисоли, почвен тип регосол, поттип карбонатен, вариетет врз лапорци или лапорести глини или лапорести варовници, форма глинеста. Профил 2 е класиран на следниот начин: голема гру-



Сл. 1. Локација на профилите
Fig. 1. Location of the profiles

па почви молисоли, почвен тип рендзина, поттип карбонатна, вариетет врз лапорци, лапорести и меки нечисти варовници, форма глинеста.

Цел на овој труд е да се испита вкупната содржина на олово, кадмиум, хром, никел и кобалт во регосол и рендзина образувани врз лапорец, со што ќе се даде придонес за добивање подобра претстава за содржината на овие тешки метали во почвите на Република Македонија. Една од целите на овој труд е да се испита и влијанието на педогенетските процеси и апсолутната и релативната старост на почвите врз дистрибуцијата на тешките метали по длабочина на профилот.

ИСТРАЖУВАНО ПОДРАЧЈЕ И МЕТОД НА РАБОТА

Во атарот на с. Тимјаник (неготинско) на локалитетот Цуцка (слика 1), на површина од 11 ха е ископан еден почвен профил на регосол (профил 1) и еден профил на рендзина (профил 2). Регосолот и рендзината се образувани од иста матична стена - лапорец. Испитуваните почви се копани во прелог, а во поблиското минато се одгледувале поделелски култури. Испитаните почви се распространети на надморска висина од околу 210 до 220 m. Релјефот на испитуваните почви е брановидно-брдски со инклинација од 3-5%.

Теренските истражувања се извршени според предложените методи од Filipovski ed. (1967) и Митрикески и др. (2001).

Механичкиот состав на почвата е определен со пипет методата (Resulović ed. 1971).

Содржината на карбонати во почвата е определена волуметриски со помош на шајблеров калциметар (Митрикески и др. 2001). рН на почвениот раствор е определена електрометриски со стаклена електрода во водена суспензија и во суспензија на 1М КСl. (Митрикески и др. 2001). Лесно достапните форми на P₂O₅ и K₂O се определени по AL методата (Džamić et al. 1996). Содржината на хумус е определена врз база на вкупниот јаглерод по методата на Тјурин, модифицирана од Симаков (Орлов и др. 1981). Растворањето на почвените проби е извршена со „царска вода“, (концентрирана HCl и HNO₃ во однос 3:1), Džamić et al. (1996). Определувањето на Cr и Ni е извршено со атомски емисионен спектрометар со индуктивно спрегната плазма Varian 715 ES, а Cd, Co и Pb со електротермички атомски абсорбиционен спектрометар Varian SpectrAA 614Z.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

1. Механички состав

Податоците за механичкиот состав на испитаните почви се презентирани на Таб. 1 и 2.

Механичкиот состав на почвата има влијание на достапноста на тешките метали. При иста вкупна содржина, достапноста на тешките метали ќе биде поголема на почви со полесен механички состав во споредба со потешки почви. Исто така, на попесокливи почви, мобилноста на тешките метали е зголемена а со тоа и можност да дојдат до подземните води и извршат нив-

Таб. 1. Механички состав на некои почвени типови од Неготинско (во % од ситноземот)

Tab. 1. Mechanical composition of some soils from the area of Negotino (in % of fine earth)

Број на Профил (Profile No)	Хоризонт и длабочина (Horizon and depth) [cm]	Крулен песок (Coarse sand) [0.2 - 2mm]	Ситен песок (Fine sand) [0.02 - 0.2mm]	Крулен + ситен песок (Coarse + fine sand) [0.02 - 2mm]	Прав (Silt) [0.002 - 0.02mm]	Глина (Clay) [<0.002mm]	Прав + глина (Silt + clay) [<0.02mm]
1	(A)p 0-30	0.22	3.88	4.10	40.60	55.30	95.90
1	C 30-60	0.35	4.95	5.30	34.20	60.50	94.70
1	C 60-74	0.04	3.06	3.10	33.30	63.60	96.90
	C/R						
2	Ap 0-35	1.25	11.65	12.90	42.50	44.60	87.10
2	C 35-62	3.93	89.47	93.40	5.00	1.60	6.60
	C/R						

Таб. 2. Текстурни класи според класификацијата на Шефер и Шахтшабел

Tab. 2. Textural classes according classification of Scheffer & Schachtschabel.

Број на профил (Profile No)	Хоризонт и длабочина (Horizon and depth). [cm]	Текстурни класи според Шефер и Шахтшабел Texture classes according to Scheffer & Schachtschabel
1	(A)p 0-30	Тешка глина (Heavy clay)
1	C 30-60	Тешка глина (Heavy clay)
1	C 60-74	Тешка глина (Heavy clay)
	C/R	
2	Ap 0-35	Прашеста глина (Silty clay)
2	C 35-62	Иловест ситен песок (Loamy fine sand)
	C/R	

но загадување со сите негативни последици по екосистемот. Испитуваните почви имаат висока содржина на глина, па заради ова и достапноста на тешките метали е намалена, а подземните води се длабоки во овие почвени, релјефски и геолошки услови, па не се очекува тешките метали да мигрираат до нив.

2. Хемиски својства

Хемиските својства на испитуваните почви од Неготинско се претставени во Таб. 3.

Испитаните почви се карбонатни. Во почвите што содржат карбонати достапноста на тешките метали се намалува.

Реакцијата на почвата во вода се движи од 7,90 до 8,40. Достапноста на тешките метали зависи од реакцијата на почвениот раствор. Според Филиповски (2003) усвојувањето на голем број тешки метали се засилува со зголемување на киселоста. Реакцијата на почвата во вода во испитаните почви е висока, па заради ова се очекува намалена достапност на тешките метали.

Содржината на хумус се намалува по длабочина на профилот во испитаните почви. Според класификацијата на Грачанин почвените проби на профил 1 се слабо хумозни, хоризонтот Ар на профил 2 носи ознака доста хумозен и хоризонтот С на истиот профил е многу слабо хумозен.

Според AL методот што ние го користевме, хоризонтот Ар и втората длабочина на хоризонтот С (профил 1) се средно обезбедени, а првата длабочина на хоризонтот С на профил 1 и двете почвени проби на профил 2 се слабо обезбедени со леснодостапен фосфор.

Хоризонтите Ар на профилите 1 и 2 се добро обезбедени, а останатите хоризонти се средно обезбедени со леснодостапен калиум.

3. Содржина на вкупни форми на Pb, Cd, Cr, Ni и Co.

На Таб. 4 е прикажана вкупната содржина на Pb, Cd, Cr, Ni и Co во испитуваните почви.

Според холандските стандарди (Ministerie

Таб. 3. Хемиски својства на некои почви од Неготинско.

Tab. 3. Chemical properties of some soil types from Negotino area.

Број на профил (Profile No)	Хоризонт и длабочина (Horizon and depth). [cm]	CaCO ₃ [%]	Хумус (Humus) [%]	pH		Леснодостапни (Easy available) mg/100g soil	
				H ₂ O	nKCl	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	(A)p 0-30	36.65	1.46	7.95	7.10	12.04	28.09
1	C 30-60	39.10	1.10	8.30	7.40	9.41	18.06
1	C 60-74	39.91	1.05	8.40	7.50	10.72	17.26
	C/R						
2	Ap 0-35	19.54	4.24	7.90	7.10	3.39	23.28
2	C 35-62	39.10	0.98	8.00	7.00	6.40	10.03
	C/R						

Таб. 4. Содржина на вкупни форми тешки метали во некои почви од неготинско

Tab. 4. Content of total forms heavy metals in some soils from Negotino area.

Број на профил (Profile No)	Хоризонт и длабочина (Horizon and depth) [cm]	Вкупна содржина (Total content) [mg·kg ⁻¹]				
		Pb	Cd	Cr	Ni	Co
1	(A)p 0-30	14.79	0.35	111.23	137.77	18.04
1	C 30-60	14.02	0.43	106.50	131.21	16.83
1	C 60-74	10.68	0.15	117.14	130.16	13.18
	C/R					
2	Ap 0-35	16.69	0.48	152.23	223.00	16.89
2	C 35-62	4.01	0.06	50.43	57.77	7.61
	C/R					
Референтни вредности (Referent values)		85	0.8	100	35	9
Интервентни вредности (Intervention values)		530	12	380	210	240

van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer 2010), доколку содржината на тешки метали во почвата е под референтните вредности, без ограничување може да се одгледуваат сите земјоделски култури. Ако содржината на тешки метали е помеѓу референтните и интервентните вредности, потребен е правилен избор на земјоделски култури, следење на содржината на достапните форми тешки метали и следење на содржината на тешки метали во растенијата. Доколку содржината на тешки метали е над интервентните вредности, таквата почва не е за земјоделско производство и е потребна ремедијација.

Содржината на вкупно олово е многу пониска од референтните вредности во сите почвени проби, што значи дека природниот фон е низок и антропогената контаминација е незначителна и не постои опасност од контаминација на почвата и растенијата со овој тежок метал. Според Kastori (1997) природната концентрација на оловото во површинскиот слој на почвата изнесува 15 mg·kg⁻¹. Од податоците од Таб. 4 може да се види дека добиените вредности се во рамките на природната содржина. Содржината на вкупно олово е повисока во ограничениот слој во споредба со хоризонтите под нив и во двата профила. Повеќе истражувачи на неконтаминирани површини со олово, измериле негова поголема акумулација во површинскиот слој во однос на распоредот подлабоко во профилот (Wright et al. 1955 и Friedland et al. 1984 во: Kastori 1997). Од Таб. 4 може да се види дека содржината на вкупно олово во хоризонтот Ap на профил 2 е повисока од хоризонтот (A)p на профил 1 што се должи на повисоката содржина на хумус во профил 2 и биолошката акумулација на овој тежок метал. Рендзината (профил 2) е апсолутно и релативно по-

стара почва од регосолот (профил 1), па заради ова дошло до биолошка акумулација на оловото во хумусно-акумулативниот хоризонт. Многу блиски вредности за вкупно олово констатирале Митрикески и др. (2000). Овие истражувачи констатирале содржина на вкупно олово во черноземите од Тиквеш од 10,11-13,41 mg·kg⁻¹ почва. Содржината на вкупно олово од Тиквешкиот регион од 172 површински почвени проби (0-5cm) и исто толку подповршински почвени проби (20-30cm) се движи од 7,6 до 70 mg·kg⁻¹ почва (Stafilov et al. 2008).

Иста тенденција како кај оловото има и кај кадмиумот, односно најниска содржина е констатирана во најдлабоките хоризонти. Од табелата може да се види дека содржината на вкупен кадмиум во хоризонт Ap на профил 2 е повисока од хоризонт (A)p на профил 1 што се должи на повисоката содржина на хумус (повисок капацитет на адсорпција) во профил 2 и биолошката акумулација на овој тежок метал. Според Kastori (1997) зголемената содржина на хумус во ограничениот хоризонт придонесува за зголемена адсорпција на кадмиумот во површинскиот слој почва. Page et al. (1987 во: Kastori 1997) во истражувањата измериле просечна концентрација од 0,39 mg·kg⁻¹ во површинскиот слој и 0,23 mg·kg⁻¹ во подораничниот слој. Kastori (1997) истакнува дека почвите кои содржат CaCO₃ добро го врзуваат кадмиумот и ја смалуваат неговата достапност за растенијата и микроорганизмите. Испитаните почви имаат висока содржина на CaCO₃. Имајќи предвид дека содржината на вкупен кадмиум во сите почвени проби е пониска од референтните вредности, а присутните карбонати ја намалуваат неговата достапност, нема опасност од контаминација на почвата и фитотоксично дејство.

Митрикески и др. (2000), за пет почвени профили на чернозем, констатирале содржина на вкупен кадмиум од 0,69 до 1,32 mg·kg⁻¹ почва. Stafilov et al. (2008) констатирале вкупна содржина на кадмиум од 0,10 до 2,3 mg·kg⁻¹ почва. Во смолниците од с. Вешје Неготинско, констатирано се повисоки вредности за вкупен кадмиум кои се движат од 1,71 до 6,54 mg·kg⁻¹ почва (Андреевски и др. 2009). Високи вредности за вкупен кадмиум во површински почвени проби (50 почвени проби од 0-10 cm) од Тиквешијата кои се движат од 1,20 до 6,90 mg·kg⁻¹ почва соопштиле Boev et al. (2005).

Еден дел од хромот во почвата потекнува од матичната стена, а другиот дел антропогено од депозиција, особено во близина на металуршки комбинати, циглани, при производство на хартија, цемент, азбест, при согорување на јаглен и т.н. Значаен извор на хром се и минералните ѓубрива особено фосфорните и калиумовите. Според Жекиќ и др. (1985) неплодност на некои почви во САД настанува при повисока содржина од 0,1% хром. Aubert and Pinta (1977 во: Kastori 1997) наведуваат дека просечната содржина на хром во почвите на светско ниво изнесува 100-300 mg·kg⁻¹, а од друга страна според Kabata-Pendias & Pendias (1989) содржината на хром се движи помеѓу 54 и 65 mg·kg⁻¹.

Од податоците од Таб. 4 може да се види дека содржината на вкупен хром е нешто повисока од референтните вредности, (освен хоризонт С на профил 2 каде се пониски и од референтните вредности), но пониски од интервентните вредности. Според Sekulić et al. (2003) хромот е елемент кој спаѓа во третата група на тешки метали (заедно со оловото и бакарот) кои со зголемување на содржината во хранливиот супстрат најмалку се акумулираат во растенијата. Имајќи предвид дека содржината на вкупен хром во испитуваните почви е пониска од интервентните вредности, а усвојувањето од страна на растенијата слабо, може да се констатира дека нема опасност од контаминација на почвата и фитотоксично дејство по растенијата.

Иста тенденција, како кај оловото и кадмиумот, се забележува и кај хромот. Содржината на вкупен хром е повисока во похумозниот хоризонт Ар на рендзината во споредба со хоризонтот (А)р на регосолот што се должи на биолошката акумулација на хромот и зголемениот капацитет на атсорпција како резултат на повисоката содржина на хумус. Од податоците за профил 1 (мала разлика во содржината на глина и хумус по длабочина на профилот) може да се види дека содржината на вкупен хром е нешто повисока во втората длабочина на хоризонт С во споредба со површинскиот (А)р хоризонт. Од ова може да се заклучи дека нема, односно е незначителна

антропогената контаминација. Според Stafilov et al. (2008) содржината на вкупен хром за Тиквешкиот регион се движи од 12 до 450 mg·kg⁻¹ почва. Boev et al. (2005) во 50 површински почвени проби од Тиквешијата констатирале содржина на вкупен хром од 25 до 198 mg·kg⁻¹ (просечно 90,62 mg·kg⁻¹ почва). Висока содржина на вкупен хром од 253 до 357 mg·kg⁻¹ почва, по цела длабочина на испитуваните ригосоли, во непосредна околина на металургискиот комбинат „ФЕНИ“ констатирани се од Андреевски и др. (2008)

Растенијата редовно содржат никел кој често се вбројува во елементите со претежно фитотоксично дејство, иако при одредени концентрации и услови може и стимулативно да делува на растење и развитокот на растенијата. На светско ниво се смета дека просечната содржина на никелот во почвите изнесува 40 mg·kg⁻¹ почва, иако концентрацијата силно му варира во зависност од типот на почвата (Kastori 1997). Врз основа на 1300 публикувани трудови во светот, просечната содржина на никел изнесувала 93 mg·kg⁻¹ почва (Urei & Berrow 1982 и Brookes 1987 во: Kastori 1997). Содржината на никел во почвата првенствено зависи од богатството на матичната стена со никел и содржината на органската материја. Антропогено, никелот во почвата може да доспее и со минералните ѓубрива, особено фосфорните, пепелот од оцаците на термоелектраните и топлани, рудници и топилници, шумски пожари, горење на отпад и т.н.

Од податоците во Таб. 4 може да се види дека содржината на вкупен никел е повисока од референтните вредности, а во хоризонтот Ар на профил 2 е нешто повисока дури и од интервентните вредности. Истата тенденција како кај оловото, кадмиумот и хромот е присутна и кај никелот, односно неговата содржина е повисока во похумозниот хоризонт Ар на профил 2 (рендзина) во споредба со хоризонтот (А)р на регосолот (профил 1), што се должи на зголемениот капацитет на атсорпција и биолошката акумулација. Воочено е дека почвите со повисока содржина на органска материја, обично содржат повеќе никел (Kastori 1983). Според Temple и Bisessar (1981 во: Kastori 1983) органската материја во почвата ја смалува потенцијалната токсичност на никелот. Од ова произлегува дека со додавање на органска материја ќе се намали достапноста на никелот за растенијата. Според Vergano (1953 во: Kastori 1983) постои изразита позитивна корелација помеѓу рН на почвата и акумулацијата на никел од страна на растенијата. Најголемо усвојување е утврдено при рН 5,6 бидејќи количините на достапниот никел во почвата се највисоки при таа рН вредност. Зголемувањето на рН вредноста над 5,6 го смалува усвојувањето на никелот. Испитаните почви се одликуваат со значи-

телно повисоки рН вредности, па заради ова достапноста на никелот ќе биде намалена. Според Tančić (1993) токсичноста на никелот се смалува со додавање на фосфати при што се образуваат тешко растворливи соединенија на никелот. Испитаните почви се слабо до средно обезбедени со леснодостапен фосфор, па заради ова ѓубрењето со фосфорни ѓубрива ќе ја намали достапноста на никелот. Истражувачите на вкупен никел во почви од Тиквешкиот регион ги констатирале следните содржини: Bovev et al. (2005) просечно $83,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (од 27 до $195 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ почва); Андреевски и др. (2008) од 96,67 до $120,21 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ почва; Stafilov et al. (2009) од 13 до $820 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ почва.

Вкупната содржина на кобалт во почвите варира во многу широки граници од 0,05 до $300 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ со просечна содржина од $10\text{-}15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Aubert и Pinta 1977 во: Kastori 1997). Кобалтот, освен како токсичен тежок метал се смета како неопходен микроелемент. Кобалтот учествува во изградбата на витаминот B_{12} , па неговата недоволна содржина во храната на преживарите може да предизвика губење на апетитот, смалување на телесната тежина, анемија и смрт. Се смета дека растенијата кои растат на почва со содржина од 10-20 ppm обично се добро обезбедени со овој елемент, од 0,4 до 2 ppm се сиромашни, а при вредности пониски од 0,3 ppm неговиот удел во сувата материја на растенијата изнесува околу 0,08 ppm и тогаш на преживарите кои пасат на таква почва можат да се видат знаци на недостаток (Kastori 1983).

Од податоците од Таб. 4 може да се види дека содржината на вкупен кобалт е многу пониска од интервентните вредности, а во хоризонтот С на профил 2 е пониска и од референтните вредности, па нема опасност од негово токсично дејство. Од погоре изнесените податоци за граничните вредности за обезбеденоста на почвите со вкупен кобалт може да се каже дека испитаните почви се добро обезбедени со овој микроелемент, па не се очекува намалена содржина во растенијата што ќе ги конзумираат преживарите. Нашите вредности за вкупен кобалт се во границите што ги констатирале Stafilov et al. (2008). За вкупно 344 површински и подповршински почвени проби од Тиквешкијата тие констатирале вкупен кобалт во опсегот од 6,7 до $58 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ почва.

Сметаме дека е од интерес подетално да се анализира профил 2, почвен тип рендзина. Содржината на глина во хоризонт Ар изнесува 44,60%, а во хоризонтот С 1,60 % (изразена текстурна диференцираност). Ваква текстурна диференцираност во конкретниов случај може да се објасни со слоевитоста на седиментот или со силно физичко, а слабо изразено хемиско распаѓање во хоризонтот С. Големи разлики има

и во содржината на хумус: 4,24% во хоризонтот Ар и 0,98% во хоризонтот С. Почвите со повисока содржина на глина и хумус имаат и поголем капацитет на атсорпција на катјони. Содржината на сите испитувани тешки метали е неколкукратно повисока во поглинестиот и похумозен хоризонт Ар во споредба со хоризонтот С. Ова главно се должи на биолошката акумулација на тешки метали и поголемиот капацитет на атсорпција на катјони во поглинестиот и похумозен хоризонт Ар во споредба со хоризонтот С.

Од анализата на механичкиот состав, хумусот и содржината на испитаните тешки метали во регосолот (профил 1) може да се констатира следното:

- Содржината на олово, кадмиум, никел и кобалт во регосолот незначително е повисока во ораничниот хоризонт во споредба со подлабоките хоризонти, а хромот е дури помалку застапен во ораничниот хоризонт, што укажува дека антропогената контаминација е слаба.
- Содржината на глина и хумус кои влијаат на капацитетот на атсорпција на тешки метали по длабочина на профилот се прилично изедначени, што значи дека нивното влијание во дистрибуцијата на тешките метали во профилот е незначително.
- Регосолот е апсолутно и релативно млада почва, па немало време да се изврши биолошка акумулација на тешките метали. Наспроти него, рендзината (профил 2) се одликува со голема разлика во содржината на глина и хумус во хоризонтот Ар и хоризонтот С кои влијаат на капацитетот на атсорпцијата.
- Рендзината е апсолутно и релативно постара почва од регосолот која настанала со негова еволуција, при што во хумусно-акумулативниот хоризонт дошло до биолошка акумулација на тешки метали. Ова значи дека со педогенетски процеси дошло до прераспределба на тешките метали во рендзината.

Од сето погоре кажано може да се констатира дека при оцената за евентуална антропогена контаминација со тешки метали пореално е ваква проценка да се прави на апсолутно и релативно помлади почви.

Заклучок

Врз основа на извршените истражувања можат да се извлечат следните заклучоци:

- Во испитуваните почви, содржината на вкупно олово и кадмиум е пониска од референтните вредности, а содржината на вкупен хром и кобалт во некои почвени проби е нешто повисока од референтните вредности и заради ова нема опасност од контаминација на почвата со овие тешки метали.
- Содржината на вкупен никел е повисока од референтните вредности но пониска од интентивните вредности, освен хоризонтот Ар на профил 2 каде вредностите се нешто повисоки од интервентните вредности.
- Содржината на олово, кадмиум, никел и кобалт во регосолот незначително е повисока во ораничниот хоризонт во споредба со подлабоките хоризонти, а хромот е дури помалку застапен во ораничниот хоризонт, што укажува на слаба антропогената контаминација.
- При давање на оценка за антропогена контаминација на почва, пореални се вредностите за содржината на тешки метали во апсолутно и релативно помлади почви.
- Содржината на сите испитувани тешки метали во рендзината е неколкукратно повисока во поглинестиот и похумозен хоризонт Ар во споредба со хоризонтот С. Ова главно се должи на биолошката акумулација на тешки метали и поголемиот капацитет на адсорпција на катјони во поглинестиот и похумозен Ар хоризонт.
- Содржината на олово, кадмиум, хром и никел е повисока во ораничниот хоризонт на рендзината (апсолутно и релативно постара почва од регосолот) во споредба со ораничниот хоризонт на регосолот и се должи на биолошката акумулација на тешки метали и зголемениот капацитет на адсорпција како резултат на повисоката содржина на хумус.
- Испитаните почви се одликуваат со висока содржина на глина, високи рН вредности и голема содржина на Са-СО₃, што влијае на намалување на достапноста на испитуваните тешки метали.

РЕФЕРЕНЦИ

- Андреевски, М., Цветковиќ, Ј., Попоска, Х., Мукаетов, Д., Петковски, Д., Василевски, К. (2008). Содржина на тешки метали (Fe, Cr и Ni) во регосолите распространети во околината на металуршкиот комбинат ФЕНИ. Зборник на трудови од III Конгрес на еколозите на Македонија со меѓународно учество. Струга, 06-09.10.2007. Македонско еколошко друштво, Скопје: 375-380.
- Андреевски, М., Цветковиќ, Ј., Мукаетов, Д., Попоска, Х., Секулоска, Т., Петковски, Д. (2009). Содржина на некои тешки метали во смолниците од Неготинско. Заштита на растенија, Скопје XX: 133-136.
- Bovev, V., Živanović, J., Lepitkova, S. (2005). Selenium and other trace elements in the soils of the Tikves region. Proceedings of 3rd international workshop: Anthropogenic effects on the human environment in the tertiary basin in the Mediterranean, Štip, 23-35.
- Džamić, R., Stevanović, D., Jakovljević, M. (1996). Praktikum iz agrohemiје. Beograd.
- Filipovski, G., ed. (1967): Metodika terenskog ispitivanja zemljišta i izrada pedoloških karata. JDZPZ, knjiga IV, Beograd, 1-192.
- Филиповски, Ѓ. (1993). Терминологија од областа на науката за почвата. МАНУ, Скопје.
- Филиповски, Ѓ. (2003). Деградација на почвите како компонента на животната средина. МАНУ, Скопје.
- Филиповски, Ѓ. (2006). Класификација на почвите на Република Македонија. МАНУ, Скопје.
- Јекиќ, М., Џекова, М. (1985). Агрохемија. II дел. Универзитет „Кирил и Методиј“ – Скопје, Скопје.
- Kastori, R. (1983) Uloga elemenata u ishrani biljaka. Novi Sad.
- Kastori, R. (1997). Teški metali u životnoj sredini. Novi Sad.
- Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (2010). BIJLAGEN Circulaire streefwaarden en interventiewaarden bodemsanering, 52 pp. http://www.vrom.nl/get.asp?file=Docs/bodem/bijlagecirculairestreefwaarden_bodem.pdf
- Митрикески, Ј., Миткова Татјана, Клечкарowska Лојза (2000). Содржина на тешки метали (Pb, Cd i Zn) во черноземите распространети во Тиквеш. МАНУ. Симпозиум, Почвите и нивното искористување. Зборник на трудови, Скопје :297-304.
- Митрикески, Ј., Миткова Татјана (2001): Практикум по педологија. Универзитет “Св. Кирил и Методиј” – Скопје, Земјоделски факултет-Скопје..
- Орлов, С.Д., Гришина, А.Л. (1981). Практикум

- по химии гумуса. Издателство Московскогo университета.
- Resulović, H. red. et al. (1971). Metode istraživanja fizičkih svojstava zemljišta. JDZPZ, knjiga V, Beograd.
- Sekulić, P., Kastori, R., Hadžić, V. (2003). Zaštita zemljišta od degradacije. Novi Sad.
- Stafilov, T., Šajn, R., Boev, B., Cvetković Julijana, Mukaetov, D., Andreevski, M. (2008). Geochemical atlas of Kavadarci and the Environs. Skopje
- Stafilov, T., Šajn, R., Boev, B., Lepitkova Sonja, Cvetković Julijana, Mukaetov, D., Andreevski, M. (2009). Distribution of nickel in surface soil in Kavadarci and the environs. University "Goce Delčev", Štip, Macedonia. Natural resources and technology, (3) 3: 30-41.
- Tančić, N. (1993). Fizički, hemiski i biološki agensi kontaminacije zemljišta. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun.

CONTENT OF TOTAL FORMS OF HEAVY METALS IN SOME SOIL TYPES FORMED ON MARL

Marjan ANDREEVSKI^{1,*}, Slavčo HRISTOVSKI², Hristina POPOVSKA¹, Duško MUKAETOV¹

¹*Institute of Agriculture, Ss. Cyril and Methodius University, 1000, Skopje, Republic of Macedonia*

²*Institute of Biology, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Ss. Cyril and Methodius University, p.box 162, 1000, Skopje, Republic of Macedonia*

**mandreevski@freemail.com.mk*

Summary

In this article, data on mechanical composition, some chemical properties and total forms of lead, cadmium, chromium, nickel and cobalt in regosol and rendzina formed on marl, are presented. Main goal of this investigation is to determine the total content of some heavy metals (Pb, Cd, Cr, Ni и Co) and the influence of pedogenetic processes and relative age of the examined soils on the distribution of heavy metals in depth of the soil profile. The results of investigation show that the content of total amounts of lead and cadmium is lower than the referent values, while the content of chromium and cobalt in some soil samples is a bit higher than the referent values, but still lower than the intervene values. The content of total nickel is higher than the referent values but lower than the intervene values, except for horizon Ap of profile 2 which values are slightly higher than the intervene values. The content of lead, cadmium, nickel and cobalt in the regosols is significantly higher in topsoil in comparison with the lower horizons, while the chromium is even less contributed into topsoil, which is a good indication that the human induced contamination is slow. Content of all examined heavy metals in rendzina soils is several times higher in the clayey and more organic horizon Ap in comparison to horizon C due to the biological accumulation of heavy metals and higher adsorptive capacity. The content of lead, cadmium, chromium and nickel is higher in the cultivated top soil of rendzina soil (absolutely and relatively pedogenetically older soil than regosols) in comparison to the cultivated top soil of regosols as a result of the biological accumulation of heavy metals and higher cation exchange capacity (higher organic matter content).