

ANTROPOGENINIŲ VEIKSNIŲ ĮTAKA SUNKIŲJŲ METALŲ KONCENTRACIJAI JAVŲ GRŪDUOSE

Antanas ANTANAITIS, Šarūnas ANTANAITIS, Jadvyga LUBYTĖ,
Gediminas STAUGAITIS

Lietuvos žemdirbystės institutas
Savanorių pr. 287, Kaunas
El. p. analize@agrolab.lt

Santrauka

Žieminių kviečių grūduose kadmio (Cd) rasta 0,03–0,50, švino (Pb) – 0,01–0,04, vario (Cu) – 1,46–4,75, cinko (Zn) – 10,0–31,1, nikelio (Ni) – 0,03–0,39 ir chromo (Cr) – 0,03–0,20 mg kg⁻¹. 10 m atstumu nuo magistralinių kelių kviečių grūduose Ni, Cr ir Cd koncentracija buvo didesnė negu už 50 metrų. Kadmio koncentracija 2005 m. šalia magistralinių kelių viršijo didžiausią leistiną koncentraciją (DLK) tirtų kviečių grūdų ėminiuose 25 %, miežių – 47 %, rugių – 50 %. Sunkiųjų metalų grūduose skirtingais metais susikaupė nevienodas kiekis.

Intensyviai tręšiant mineralinėmis trąšomis, daugiausia didėjo Cd žieminių kviečių grūduose. Daugiausia Cd sukaupia žieminių kviečių, Pb ir Cr – avižų, Cu ir Zn – rugių, Ni – miežių grūdai.

Pasitvirtino anksčiau vyravusi nuomonė, kad auginti maistinius augalus arti magistralinių kelių yra rizikinga, tačiau pasikeitė pagrindinis rizikos veiksnys – produkcijoje daugiau susikaupia Cd, o ne Pb.

Reikšminiai žodžiai: sunkieji metalai, javų grūdai, mineralinės trąšos, mėšlas, antropogeniniai veiksniai.

Įvadas

Pramonės vystymasis, transporto priemonių skaičiaus didėjimas ir taršos šaltinių įvairovė – trąšos, pramonės atliekos, kiti veiksniai didina aplinkos taršą, veikia augalus ir organizmus. Biosferos taršai didelę įtaką daro tokie sunkieji metalai kaip kadmio, švino, chromo, nikelio, vario, cinko, gyvsidabrio ir kiti. Daugelyje šalių, taip pat ir Lietuvoje, išleidžiami normatyviniai dokumentai (higienos normos), ribojantys įvairių kenksmingų medžiagų, tarp jų ir sunkiųjų metalų koncentraciją. Dokumente HN 54:2003 nurodoma, kad švino DLK grūduose gali būti ne didesnis kaip 0,2 mg kg⁻¹, kadmio – kviečių grūduose – 0,2 mg kg⁻¹, kituose grūduose – 0,1 mg kg⁻¹. Tačiau kiti sunkieji metalai (Cr, Ni, Cu, Zn) maistiniuose grūduose neribojami. Baltarusijoje nustatyta, kad nuo visų teršalų kelių transportas į aplinką Pb išmeta 19,6 %, Cu – 23,2 %, o Cd – tik 1,5 % /Kakareka ir kt. 1998/. Manoma, kad, pradėjus naudoti bešvinį benzina, augalinė produkcija šalia kelių šiuo elementu turėtų būti mažiau teršiama. Sumažėjus pramonės taršai, turėjo sumažėti ir atokiau nuo kelių esančių augalų užterštumas.

Augalų ir iš jų pagamintų maisto produktų užterštumas sunkiaisiais metalais nemažai priklauso nuo to, kiek jų yra susikaupę dirvožemyje. Lietuvos dirvožemiai, nepaveikti taršos veiksnių, yra palankūs išauginti augalus su mažomis sunkiųjų metalų koncentracijomis /Baltakis, 1993, 1994; Lubytė ir kt., 1994; Armolaitis, 1999; Antanaitis ir kt., 2001; Mažvila ir kt., 2001/. Teršalų, ypač sunkiųjų metalų, patekimas į augalus priklauso ne vien tik nuo jų koncentracijos dirvožemyje, bet ir nuo jo rūgštumo, granulimetrinės sudėties, užmirkimo laipsnio ir kt. Neutralaus rūgštumo, sunkesnės granulimetrinės sudėties dirvožemiuose sunkieji metalai labiau sorbuojami dirvožemio, todėl mažiau jų patenka į augalus /Dudka ir kt., 1994; Iljin, 1995; Eriksson ir kt., 1996; Balik ir kt., 1999; Boisson ir kt., 1999; Junta Yanai ir kt., 2006/.

Tačiau vietinės ir globalinės pramonės, autotransporto išmetami teršalai veikia aplinką. Į dirvožemį ir vandenį sunkieji metalai patenka su krituliais, pramonės ir buitinėmis atliekomis, trąšomis, augalų apsaugos priemonėmis, iš oro su dulkėmis, nuotekomis ir kitais keliais. Baltarusijos teritorijoje 1996 m. į aplinką nikelio išmesta 202,6 t, cinko – 120,6 t, švino – 47,4 t, vario – 13,4 t, chromo – 10,4 t ir kadmio – 1,2 t. Kadmiu daugiausia teršia cemento gamyklos, energetika, metalo liejyklos, švinu–krištolo ir cemento gamyklos, kelių transportas /Kakareka ir kt., 1997, 1998/. Anglijoje atliktais tyrimais nustatyta, kad į žemės ūkio naudmenas nuo viso kiekio su organinėmis trąšomis cinko ir vario patenka 44–46 %, su krituliais – 50–70 % kadmio ir švino, su mineralinėmis trąšomis – apie 28 % Cd, Ni ir Cr – 15,8 %, o Zn ir Cu – tik 3,9–5,6 % /Nicholson ir kt., 1998/. Čekijos ir Slovakijos teritorijoje sunkiųjų metalų daugiausia patenka su krituliais: Zn – 430 g, Cu – 59,0 g, Pb – 50,0 g, Ni – 28 g, Cd – 1,70 g ha⁻¹ žemės ūkio naudmenų per metus /Golovaty, 2002/. Europos Sąjungos šalyse didžiausi taršos kadmio šaltiniai yra pigmentų naudojimas ir kietosios atliekos, o apie 10 % jo emisijos sudaro su žemės ūkiu susiję teršalai /Kakareka, 1998/. Globaliniu mastu didelė emisija per metus tenka vulkanų išsiveržimams, taip pat pažemės dulkėms /Arctic pollution..., 1998/. Antropogeninė tarša sudaro žymią dalį bendros taršos, ypač švinu, cinku, kadmiu ir variu. Degant kurui, į orą išlekia jame susikaupusių teršalų tokie kiekiai: Ni – 99 %, Cr – 33 %, Cd – 27 %, Cu – 27 %, Pb – 15 %, Zn – 11 % /Kakareka, 1997/. Todėl svarbu naudoti kurą, turintį mažiau sunkiųjų metalų.

Tyrimų tikslas – įvertinti, ar yra pavojus Lietuvos sąlygomis užauginti javų grūdus, užterštus sunkiaisiais metalais. Nustatyti sunkiųjų metalų koncentracijas organinėse ir mineralinėse trąšose, kaip galimuose teršimo šaltiniuose, tręšimo intensyvumo, taip pat transporto poveikį sunkiųjų metalų kaupimuisi javų grūduose bei atskirų sunkiųjų metalų kaupimąsi skirtinguose javuose.

Tyrimo objektas ir metodai

1990–2005 metais vykdytuose tyrimuose nustatyta sunkiųjų metalų koncentracija mineralinėse ir organinėse trąšose ir kitose medžiagose, kurios gali daryti poveikį aplinkos taršai ir siejasi su augalininkystės produkcija. Sunkieji metalai nustatyti žieminių kviečių, miežių, rugių ir avižų grūduose. Dirvožemio granulimetrinė sudėtis tirtuose javų plotuose – priesmėliai ir priemoliai, jų rūgštumas – nuo 6,6 iki 7,3 pH. Javų augimvietės parinktos skirtingu (10 ir 50 m) atstumu nuo pagrindinių magistralinių kelių, kuriais, Lietuvos automobilių kelių direkcijos prie susisiekimo ministerijos duomenimis, pravažiuoja vidutiniškai nuo 4 iki 8 tūkst. automobilių per dieną. Tyrimai

daryti prie šių kelių: Kaunas–Klaipėda, Kretinga–Telšiai–Šiauliai–Panevėžys–Vilnius, Kaunas–Marijampolė. Mėšlo ėminiai paimti iš stambesnių gyvulininkystės ūkių, išsidėsčiusių įvairiuose Lietuvos regionuose.

Tyrimai daryti ir Dotnuvoje, Lietuvos žemdirbystės instituto sėjomaininiame bandyme, skirtingose žemdirbystės sistemose, naudojant skirtingas trąšų normas. Grūdų ėminiai paimti iš laukų prieš javų pjūtį, parinktoje aikštelėse nupjauta apie 1,5 kg varpų. Iškulta rankiniu būdu. Dotnuvos meteorologijos stoties duomenimis, dėl šalto oro 2004 m. gegužės ir birželio mėnesių naktimis, žemos dirvos temperatūros ir sausros javai vystėsi lėtai. Žiemkenčių varpos formavosi žemesnėje nei būtina minimali (+12°C) temperatūroje. Permainingi vasaros orai, kartais su liūtimis, išguldė dalį javų pasėlių. 2005 m. iki gegužės trečiojo dešimtadienio pradžios augalai augo lėtai. Didesnę vegetacijos laikotarpio dalį augalams trūko drėgmės. Šilti, sausi ir saulėti liepos orai pagreitino javų brendimą bei džiovino bręstančius grūdus.

Sunkieji metalai grūduose nustatyti sausai sudeginus, esant $450 \pm 50^\circ\text{C}$ temperatūrai ir ištirpinus 1:1 azoto rūgštyje, Cr, Cu, Ni, Zn nustatyti atominės absorbcijos spektrometru „Analyst 800“ naudojant liepsną, o Cd ir Pb kiekis – beliepsnės atomizacijos metodu. Kokybei užtikrinti, analizuojant grūdus, naudotos paliudytosios pamatinės medžiagos ir nuolat – antrinės pamatinės medžiagos. Sunkiųjų metalų nustatymo neapibrėžtis tokia: Cr – 0,06, Cd – 0,01, Pb – 0,10, Ni – 0,07, Cu – 0,20, Zn – 2,01 mg kg⁻¹.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Sunkiųjų metalų kaupimuisi grūduose įtakos turi mineralinėse ir organinėse trąšose esantys sunkieji metalai. Sunkieji metalai trąšose ir padangose gali būti potencialūs taršos šaltiniai (1 lentelė). Lietuvoje kadmio koncentracija diamofose buvo 2,1–17,2, fosforo rūgštyje – 0,7–22,0, klintmilčiuose – 3,5, amofose – 0,03–13,10, kalio chloride – 0,72–5,0 mg kg⁻¹.

Su mineralinėmis trąšomis kadmio į dirvožemį patenka daugiausia su fosforo arba kompleksinėmis trąšomis, į kurių sudėtį įeina fosforas. Mūsų tyrimų duomenimis, kalkinant rūgščias dirvas didelėmis klintmilčių normomis (5–10 t ha⁻¹), į 1 ha Cd gali patekti 17,5–35,0 g ir Pb – 147–294 g.

Sunkiųjų metalų į dirvą patenka ir su organinėmis trąšomis (2 lentelė). Atsižvelgiant į tai, kokių gyvulių mėšlu tręšiama, su 1 tona natūralaus drėgnumo mėšlu Cd gali patekti 0,08–0,14 g, švino – 0,75–2,15 g, vario – 5–45 g, chromo – 1,0–1,2 g, nikelio – 1,0–1,9 g, cinko – 23,7–155,0 g. Tuo tarpu su 1 t paukščių mėšlo Cd įterpiama vidutiniškai 0,6 g, Pb – 10,7, Cr – 4,4, Ni – 4,9, Zn – 201, Cu – 24,7 g. Galvijų mėšle kadmio rasta apie 9, švino – 6,6, cinko – 2 kartus mažiau negu kiaulių mėšle. Paukščių mėšle daugiausia rasta cinko, bet nikelio beveik dvigubai mažiau nei galvijų ir kiaulių mėšle. Šių rodiklių įvairavimą, matyt, lėmė naudojami pašarai. Anglijoje atlikti tyrimai patvirtina didelį sunkiųjų metalų kiekį, patenkančių į dirvožemį su mėšlu /Nicholson ir kt., 1998/.

Duomenys rodo, kad su trąšomis į dirvožemį patenka ir sunkieji metalai, kurie daro poveikį augalinės produkcijos kokybei. Nors padangose yra gana nedaug sunkiųjų metalų, tačiau joms dylant, dalelės, patekusios į pakelių dirvožemį, užteršia jį, taip pat ir

augalinę produkciją. Tirtose padangose švino buvo gerokai daugiau nei kadmio, todėl jos negali būti laikomos pagrindiniu kadmio padidėjimo šaltiniu pakelių dirvožemyje.

1 lentelė. Sunkiųjų metalų vidutinis kiekis trąšose ir padangose (saus. medž.)

Table 1. Average concentration of heavy metals in fertilizers and tyres (dry matter)

Medžiaga / Material	n	mg kg ⁻¹					
		Cd	Cr	Pb	Ni	Cu	Zn
Amonio salietra (LT) <i>Ammonium nitrate</i>	4	1,00	0,0	1,75	2,5	0,75	8,0
Amonio sulfatas <i>Ammonium sulphate</i>	6	0,60	8,8	9,0	6,1	0,3	1,5
Kalio chloridas (BY) <i>Potassium chloride</i>	7	1,98	3,2	19,0	11,9	2,5	7,8
Amofosas (LT) <i>Ammonium phosphate</i>	8	1,26	5,1	8,7	7,8	7,7	10,0
Diamofosas <i>Diammonium phosphate</i>	7	12,6	109	0,36	25,6	20,2	190
Fosforitmilčiai <i>Phosphorite</i>	2	4,7	94	13,8	72	11,6	147
Superfosfatas (LT) <i>Superphosphate</i>	11	2,75	7,5	14,5	12,5	26,2	18,2
Padangos / Tyres	3	0,62	1,8	14,4	2,0	2,0	1,6

2 lentelė. Sunkiųjų metalų vidutinis kiekis mėšle (saus. medž.)

Table 2. Average concentration of heavy metals in manure (dry matter)

Medžiaga Material	n	mg kg ⁻¹ ±s					
		Cd	Cr	Pb	Ni	Cu	Zn
Galvijų mėšlas <i>Cattle manure</i>	35	0,09±0,03	4,59±2,00	1,12±0,76	9,21±4,00	17,6±6,2	67±26
Kiaulių mėšlas <i>Pig manure</i>	7	0,85±0,18	4,87±2,18	7,40±4,60	8,40±2,09	115±124	119±120
Paukščių mėšlas <i>Fowl manure</i>	11	0,48±0,36	4,78±3,23	6,42±7,51	4,70±2,67	33,1±16,9	219±189

Palyginus sunkiųjų metalų koncentracijas grūduose javų, augintų toli nuo magistralinių kelių LŽI Valinavos poligone, 2004–2005 m. su 1999 m., matyti, kad žieminių kviečių grūduose vidutinė kadmio koncentracija sumažėjo trigubai, švino – dvigubai, o vario ir cinko - nežymiai (3 lentelė). Miežių grūduose 2004–2005 m. kadmio, švino, vario ir cinko rasta žymiai mažiau. Žieminių kviečių derlius 1999 m. buvo $5,2 \pm 0,5 \text{ t ha}^{-1}$, miežių – $4,1 \pm 0,4 \text{ t ha}^{-1}$, 2004 m. žieminių kviečių – $6,0 \pm 1,0 \text{ t ha}^{-1}$,

miežių – $5,4 \pm 0,5 \text{ t ha}^{-1}$. 2005 m. žieminių kviečių – $8,1 \pm 0,7 \text{ t ha}^{-1}$, miežių – $6,2 \pm 0,7 \text{ t ha}^{-1}$. Iš šių duomenų matyti, kad derliaus dydis minėtais metais nebuvo susijęs su sunkiųjų metalų koncentracija javų grūduose. Daroma prielaida, kad jų užterštumas sunkiaisiais metalais pastaraisiais metais turėjo tendenciją mažėti arba pagrindinis veiksnys buvo meteorologinės sąlygos.

3 lentelė. Vidutinis sunkiųjų metalų kiekis Valinavos poligone (Kėdainių r.) skirtingais metais

Table 3. Average concentration of heavy metals in Valinava site (Kėdainiai distr.)

Metai Year	n	mg kg ⁻¹ ±s			
		Cd	Pb	Cu	Zn
<i>Žieminiai kviečiai / Winter wheat</i>					
1999	12	0,09±0,03	0,08±0,01	4,2±0,64	23,5±2,33
2004 ir 2005	8	0,03±0,01	0,02±0,01	3,0±0,58	17,8±2,00
<i>Vasariniai miežiai / Spring barley</i>					
1999	12	0,09±0,02	0,10±0,01	5,2±1,41	28,1±1,80
2004 ir 2005	8	0,02±0,01	0,05±0,01	3,2±0,76	15,3±2,36

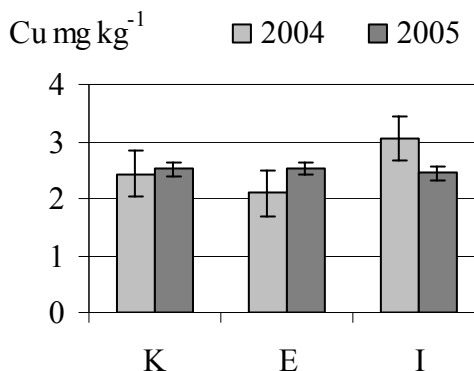
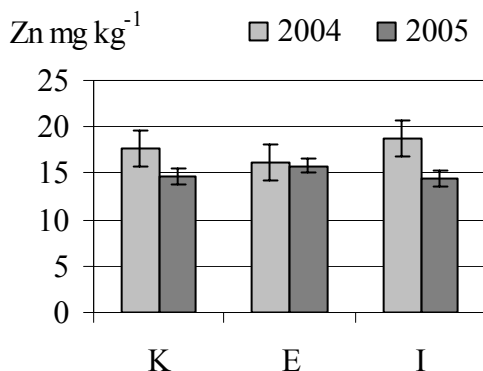
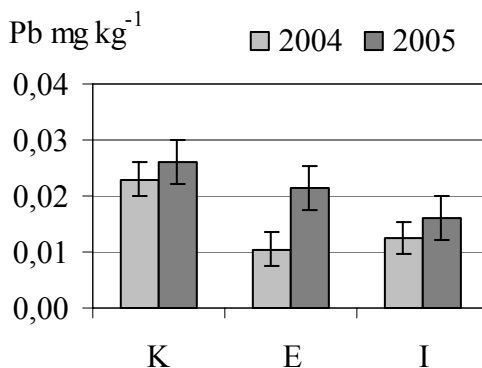
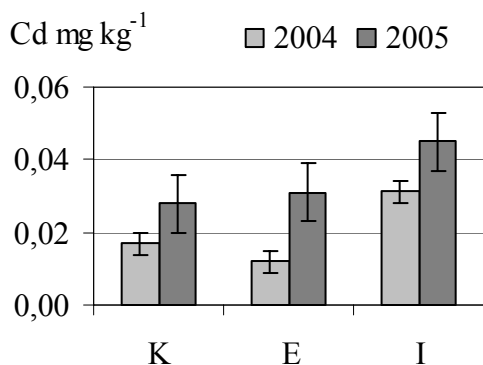
Tręšimas taip pat turėjo įtakos kviečių grūdų užterštumui. Daugiausia kadmio 2004 ir 2005 metais nustatyta kviečiuose, kur taikyta intensyvi žemdirbystės sistema (pav.). Skirtingose žemdirbystės sistemose Dotnuvoje sunkiųjų metalų koncentracija kito paklaidos ribose, tačiau intensyvaus tręšimo sistemoje žieminių kviečių grūduose kadmio buvo 32 %, miežių – 24 % daugiau, nei augintuose ekologinėje sistemoje, o kitų sunkiųjų metalų koncentracija buvo panaši.

2005 metais atskirose aikštelėse kviečių grūduose kadmio koncentracija buvo 144–258 % didesnė nei 2004 metais. Cinko buvo daugiau vidutiniškai 86 %, vario – 101 %. Matyt, sausringa antroji vasaros pusė turėjo įtakos, kad kadmio koncentracija tais metais daugelyje ėminių viršijo didžiausią leistiną ribą.

Nors bandymuose naudotose trąšose nebuvo nustatyta sunkiųjų metalų koncentracija, tačiau, remiantis vidutiniais mūsų tirtų trąšų duomenimis, apskaičiuota, kad su trąšomis buvo įterptas nedidelis kadmio kiekis – intensyvioje sistemoje apie $1,8 \text{ g ha}^{-1}$, tausojančioje – apie $0,3 \text{ g ha}^{-1}$. Kadmio koncentraciją grūduose galėjo skatinti kalio chloridas, kaip trąša turinti chloro /Ozkutlu ir kt., 2006/. Nuo azoto trąšų, patręšus 10 kg ha^{-1} azoto, kadmio koncentracija kviečių grūduose padidėjo $0,001\text{--}0,003 \text{ mg kg}^{-1}$ /Wångstrand ir kt., 2007/. Vario ir cinko kiekis visose žemdirbystės sistemose augusių javų grūduose buvo panašus ir įvairavo paklaidos ribose. Nuo trąšų sunkiųjų metalų kiekis augalinėje produkcijoje nedidėja, išskyrus kadmį /Andersson ir kt., 1991/.

Ištyrus sunkiuosius metalus grūduose arti magistralinių kelių (10–50 m), nustatyta, kad skirtingi javai pasisavina nevienodą jų kiekį ir jų koncentracija įvairavo plačiose ribose (4 lentelė). Kadmio koncentracija labiausiai skyrėsi žieminių kviečių grūduose ($0,03\text{--}0,50 \text{ mg kg}^{-1}$). Švino daugiausia buvo miežiuose ($0,05 \text{ mg kg}^{-1}$), o mažiausiai žieminiuose kviečiuose ($0,01 \text{ mg kg}^{-1}$). Vario ir cinko daugiau nustatyta rugiuose – atitinkamai $5,38$ ir $34,8 \text{ mg kg}^{-1}$, mažiausia – kviečiuose – $1,46$ ir $10,0 \text{ mg kg}^{-1}$.

Nikelio daugiausia rasta žieminiuose kviečiuose ($0,39 \text{ mg kg}^{-1}$), mažiausiai – miežiuose ($0,01 \text{ mg kg}^{-1}$). Chromo daugiausia rasta miežių ($0,24 \text{ mg kg}^{-1}$), mažiausiai – ($0,03 \text{ mg kg}^{-1}$) kviečių grūduose.



Žemdirbystės sistemos: K – netręšta, E – ekologinė – $\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_{90}$, I – intensyvi – $\text{N}_{125}\text{P}_{90}\text{K}_{140}$
 Cropping systems: K – without fertilizers, E – bio-organic – $\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_{90}$, I – conventional $\text{N}_{125}\text{P}_{90}\text{K}_{140}$

Sunkiųjų metalų koncentracija kviečių grūduose skirtingose žemdirbystės sistemose
 Concentration of heavy metals in winter wheat grain in different cropping systems

Apibendrinus prie tirtų kelių javų grūdų ėminiuose gautų sunkiųjų metalų analizių duomenis, nustatyta, kad kviečiuose, rugiuose ir avižose prie pat kelio rasta didesnė visų metalų koncentracija, išskyrus šviną, nei paimtuose toliau nuo kelio (4 lentelė). Tačiau švino miežių grūduose daugiau rasta arčiau kelio, – kuo toliau nuo kelio, tuo jo koncentracija mažėjo. Skirtinguose javų grūdų ėminiuose kai kurių metalų didesnė koncentracija rasta 50 m atstumu nuo kelio negu prie pat jo. Tam įtakos galėjo turėti dirvožemio reljefas bei oro srautų judėjimas.

Didelis transporto srautas, t.y. ten, kur per parą pravažiuoja apie 8 tūkst. automobilių, didžiausią įtaką darė chromo bei nikelio susikaupimui kviečių ir miežių

grūduose, o mažiausią – kviečių – švino, miežių – kadmio. Tačiau nurodoma, kad Baltarusijoje transportas į aplinką santykinai daugiausia išmeta vario ir švino /Kakareka, 1998/.

4 lentelė. Skirtingo atstumo nuo kelių įtaka sunkiųjų metalų koncentracijai javų grūduose

Table 4. Concentration of heavy metals in grain as affected by crop field distance from roads

Atstumas m, metai <i>Distance, m, year</i>	mg kg ⁻¹ ±s					
	Cd	Pb	Cu	Zn	Ni	Cr
<i>Kviečiai / Winter wheat</i>						
10 m, 2005	0,21±0,18	0,02±0,01	3,62±0,72	24,0±4,9	0,16±0,10	0,13±0,05
50 m, 2005	0,12±0,10	0,02±0,01	2,91±1,05	17,5±4,4	0,11±0,08	0,06±0,01
<i>Miežiai / Spring barley</i>						
10 m, 2000	0,01±0,00	0,06±0,02	4,02±0,46	20,6±0,42	0,52±0,106	0,48±0,04
50 m, 2000	0,01±0,00	0,04±0,01	4,02±0,39	19,1±0,1	0,27±0,035	0,19±0,01
10 m, 2005	0,12±0,06	0,03±0,02	3,72±0,48	23,0±4,1	0,17±0,10	0,17±0,03
50 m, 2005	0,13±0,11	0,02±0,01	2,88±0,55	17,4±3,8	0,12±0,08	0,14±0,05
<i>Rugiai / Rye</i>						
10 m, 2005	0,12±0,00	0,02±0,01	4,75±0,44	32,8±2,8	0,16±0,000	0,11±0,01
50 m, 2005	0,08±0,02	0,02±0,00	3,79±2,25	22,2±10,4	0,11±0,10	0,13±0,11
<i>Avižos / Oats</i>						
10 m, 1990	0,07	0,74±0,03			0,12±0,00	1,12±0,01
50 m, 1990	0,07	0,73±0,02			0,24±0,00	1,00±0,01
10 m, 2005	0,07	0,02	2,58	23,6	0,35	0,13
50 m, 2005	0,05	0,02	2,10	19,8	0,3	0,13

Kviečių grūduose prie kelkraščio 2005 m. chromo rasta 2,2, nikelio – 1,4 karto daugiau, negu tirtuose toliau nuo kelio. Miežių grūduose arčiau kelio švino rasta 1,5, nikelio – 1,4, chromo – 1,2 karto daugiau, nors duomenys svyravo paklaidų ribose.

Švino koncentracija javų, augintų 10–50 m nuo kelio, grūdų ėminiuose neviršijo DLK, tačiau Cd DLK kviečių grūdų ėminiuose viršijo 25 %, miežių – 47 %, rugių – 50 %, o avižų – neviršijo.

Išryškėjo, kad javus auginant arčiau kelių, juose gali susikaupti daugiau kadmio. Pasitvirtina anksčiau vyravusi nuomonė, kad auginti augalus maistui šalia magistralinių kelių yra rizikinga, tačiau pasikeitė pagrindinis rizikos veiksnys.

Daugelyje vietų grūdų ėminiai buvo imami ties skirtingų augalų riba, todėl dirvožemis buvo gana vienodas. Tai leido palyginti sunkiųjų metalų koncentracijas atskiruose augaluose. Nustatyta, kad žieminių kviečių grūdai kadmio pasisavino vidutiniškai

10 % daugiau nei miežiai, o kviečiai – 30 % daugiau nei rugiai, miežiai – 48 % daugiau nei avižos, arba kadmio daugiausia pasisavina kviečių, po to miežių, rugių, avižų grūdai.

Švino daugiausia sukaupė avižų, po to miežių, kviečių, rugių grūdai.

Vario rugiai sukaupė 28 % daugiau nei kviečiai, miežiai 45 % daugiau nei avižos. Daugiausia vario pateko į rugių, po to miežių, kviečių, avižų produkciją.

Cinko daugiausia sukaupia rugiai – 44% daugiau nei kviečiai, mažiau – miežiai ir avižos.

Nikelio avižos sukaupia 56 % daugiau nei miežiai, o mažiau kviečiai ir rugiai, tarp kurių skirtumų nebuvo.

Chromo miežių grūdai pasisavino 54 % daugiau nei kviečiai ir 13 % daugiau nei avižos. Chromo daugiausia sukaupia miežių ir avižų, mažiau – kviečių, o mažiausiai (19 %) – rugių grūdai.

Išvados

1. Nustatytos šios sunkiųjų metalų kaupimo tendencijos mažėjančia tvarka: Cd: kviečių > miežių>rugių>avižų; Pb: avižų > miežių > kviečių>rugių; Cu rugių > miežių > kviečių > avižų grūdai. Zn: rugių > kviečių > miežių > avižų. Ni: avižų > miežių ≈ kviečių > rugių, Cr: miežių ≈ avižų > kviečių ≈ rugių grūdai.

2. Švino koncentracija žeminių kviečių, vasarinių miežių, rugių, avižų grūduose (2004–2005 m. auginamų ir prie magistralinių kelių) neviršijo didžiausios leistinos koncentracijos (DLK), nurodytos higienos normose HN54-2003.

3. Kadmio koncentracija 2005 m. šalia magistralinių kelių viršijo DLK kviečių 25 %, miežių 47 %, rugiai 50 % ėminių, o avižų neviršijo.

4. 2004–2005 metų tyrimai patvirtino anksčiau vyravusią nuostatą, kad auginti augalus maistui magistralinių kelių poveikio zonoje yra rizikinga, tačiau pagrindinis rizikos veiksnys yra nebe švinas, o kadmis.

5. Intensyviau tręšti mineralinėmis trąšomis kviečiai ir miežiai turėjo tendenciją daugiau kaupti sunkiųjų metalų, nei auginti ekologinėje sistemoje.

6. 2005 metais, palyginus su 2004 m., sunkiųjų metalų koncentracija žeminių kviečių grūduose buvo didesnė vidutiniškai tiek: Cd - 189 %, švino – 149 %, Zn – 86 %, Cu – 101 %. Manoma, kad tai galėjo turėti įtakos meteorologinės sąlygos, o augalų derlingumo įtaka jų kaupimuisi nenustatyta.

7. Daugiausia į dirvožemį patenka kadmio su fosforo arba kompleksinėmis trąšomis, į kurių sudėtį įeina fosforas.

8. Gyvulius ir paukščius auginantiems ūkiams derėtų saikingai naudoti augalų tręsimui mėšlą, nes didesnės kasmetinės jo normos gali padidinti sunkiųjų metalų kaupimąsi augaluose.

Gauta 2007 03 02

Pasirašyta spaudai 2007 06 22

LITERATŪRA

1. Andersson A., Gyula S. Levels of Cd and some other trace elements in soils and crops as influenced by lime and fertilizer level // Acta Agriculturae Scandinavica. - 1991, vol. 41, No. 1, p. 3–11

2. Antanaitis A., Lubytė J., Adomaitis T. Sunkieji metalai augaluose ir maisto produktuose // Tarptautinės konferencijos „Tausojanti plėtra informacinėje visuomenėje“. Darbai. - Vilnius, 2001 m. spalio 3–5 d., p. 162–168
3. Arctic pollution - AMAP Report. - 1998, Chapter 7: Heavy metals. <http://www.amap.no>
4. Armolaitis K. Accumulation of trace metals in forest soils within the impact zone of the Jonava JS company “Achema” emissions // Heavy metals in the environment: an integrated approach / Edit. by D. A. Lovejoy. - Vilnius, 1999, p. 59–63
5. Balik J., Tlustos P., Szakova J. et al. Sorption of cadmium in soil treated by limited sewage sludges // Rostlinna Vyroba. - 1999, vol.45, iss.11, p. 511–518
6. Baltakis V. Foniniai mikroelementų pasiskirstymai ir jų tarpusavio ryšiai Lietuvos dirvožemiuose // Geologija. - 1993, Nr. 15, p. 32–42
7. Baltakis V. Nesinchroniški sezoniniai metalų technogeninių koncentracijų svyravimai paviršiniame dirvos sluoksnyje ir gruntiniame vandenyje (Geocheminio monitorinio problemos) // Gelmių geologinio tyrimo, naudojimo ir apsaugos problemos Lietuvoje. - 1994, p. 85–86
8. Boisson J., Mench M., Vangronsveld J. et al. Immobilization of trace metals and arsenic by different soil additives: Evolution by means of chemical exreactions // Communications in Soils Science and Plant Analysis. - 1999, vol. 30, iss. 3–4, p. 365–387
9. Dudka S., Piotrowska M., Chlopecka A. Effect of elevated concentrations of Cd and Zn in soil on spring wheat yield and the metal contents of the plants // Water, Air and Soil Pollute. - 1994, vol. 76, No. 3–4, p. 333–341
10. Eriksson J., Oborn I., Jansson G., Andersson A. Factors influencing Cd-content in crops – Results from Swedish field investigations // Swedish Journal of Agricultural Research. - 1996, vol. 26, p. 125–133
11. Golovaty S.E. Tjáželye metaly v agroékosistemach. - Minsk: Institut počvovedenii i agrochimii, 2002. - 239 s. - Rus.
12. Iljin V.B. Sistema pokazatelej dlja ocenki zagrjaznennosti počv tjáželymi metalami // Agrochimija. - 1995, No. 1, p. 94–99. - Rus.
13. Junta Yanai, Fang-Jie Zhao, Steve P. McGrath, Takashi Kosaki Effect of soil characteristics on Cd uptake by the hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* // Environmental Pollution. - 2006, vol. 139, iss. 1, p. 167–175
14. Kakareka S.V., Homich B.C., Kukarchik T.I. Tehnologenyje pedogeochimičeskie anomalii svinca na teritorii g. Gomelja // Vescy AN Belorusii. Ser. Chim. Nauk. - 1997, p. 119–112. - Rus.
15. Kakareka S.V. Homich B.C., Kukarchik T.I. ir kt. Vybrosty tiazolyh metalov v atmosferu. - Minsk, 1998. - 154 s. - Rus.
16. Lubytė J., Antanaitis A., Vaišvila Z., Tamulis T. Ilgalaikio tręšimo mineralinėmis NPK trąšomis įtaka sunkiųjų metalų kiekiams dirvožemyje ir augaluose // Tręšimo sistemos ir dirvožemio derlingumas. - Vilnius, 1994, p. 301–308
17. Nicholson F., Chambers B., Alloway B. et al. An Inventory of heavy metal inputs to agricultural soils in England and Wales // 16th World Congress of Soil Science / CD-ROM. Symposium No. 25 Sci. Registr. Nr.1251 ft Montpellier. - 1998. - 6 p.
18. Ozkutlu F., Ozturk, L., Erdem H. et al. Leaf-applied sodium chloride promotes cadmium accumulation in durum wheat grain // Plant and Soil. – 2006, vol. 290, p. 323–331
19. Sunkieji metalai Lietuvos dirvožemiuose ir augaluose: monografija / sudaryt. J. Mažvila. - Kaunas, 2001. - 343 p.
20. Wångstrand H., Eriksson J., Öborn I. Cadmium concentration in winter wheat as affected by nitrogen fertilization // European Journal of Agronomy. - 2007, vol. 26, iss. 3, p. 209–214

THE IMPACT OF ANTROPOGENIC FACTORS ON THE CONCENTRATION OF HEAVY METALS IN CEREAL GRAIN

A. Antanaitis, Š. Antanaitis, J. Lubytė, G. Staugaitis

Summary

The contents of heavy metals determined in winter wheat grain were as follows: Cd – 0.03–0.50, Pb – 0.01–0.04, Cu – 1.46–4.75, Zn – 10.0–31.1, Ni – 0.03–0.39 and Cr – 0.03–0.20 mg kg⁻¹. The grain of winter wheat crops cultivated in the fields located 10 m from the highway had higher contents of nickel, chromium and cadmium. Variations of Pb and Cu content in grain in different years were the most significant ones. In 2005 Cd concentration in grain of crops cultivated in the fields located close to the highway exceeded the maximum permissible concentration (MPC) in 25 % of wheat grain samples, in 47 % of barley grain samples, and in 50 % of rye grain samples.

Winter wheat crop is more prone to accumulate Cd in the conditions of intensive mineral fertilization. Cereal crops accumulate heavy metals more or less selectively: winter wheat accumulates the highest concentrations of Cd, oats – Pb and Cr, rye – Cu and Zn, barley – Ni.

The findings of this research confirmed the previous concerns regarding the quality of food crops cultivated in the fields close to the highway. Yet, the previous main risk factor Pb lead has now been replaced by cadmium.

Key words: heavy metals, grain, mineral fertilisers, manure, anthropogenic factors.

Padėka. Dėkojame tyrimus rėmusiems Lietuvos valstybiniam mokslo ir studijų fondui (VMSF sutartis P-29/06 (2006-07-28) reg. Nr. 06003; VMSF sutartis MS-7-2 2007-05-21) ir Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerijai.