

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně
Odbor bezpečnosti krmiv a půdy



SLEDOVÁNÍ KVALITY ZEMĚDĚLSKÝCH PLODIN
PĚSTOVANÝCH NA POZEMCÍCH PO APLIKACI KALŮ
ČOV
2003 - 2008

Zpracovala: Mgr. Šárka Poláková, Ph.D.

Schválil: Ing. Miroslav Florián, Ph.D.
ředitel Odboru bezpečnosti krmiv a půdy

Brno, leden 2010

Úvod

Kal je odpadem vznikajícím při čištění odpadních vod. Zpracování těchto vod je navrženo tak, aby odstraňovalo nežádoucí složky z vody a koncentrovalo je do objemově nevýznamného vedlejšího proudu - kalu. Koncentrace prospěšných i znečišťujících složek v kalu (a zdravotní rizika s nimi spojená) závisí na počáteční kvalitě odpadní vody a na úrovni požadované technologie.

Je kladen důraz na takové využití nebo zpracování kalů, které je přijatelné pro životní prostředí, udržitelné a ekonomicky únosné. Odpadová politika EU potlačuje ukládání odpadů na skládky a podporuje předcházení vzniku odpadů, jejich minimalizaci a recyklaci. Ukládání kalů na skládky je v ČR zakázáno. Produkci kalů nelze zabránit, pouze lze výběrem technologie zmenšit jeho množství.

Vzhledem k nutnosti dlouhodobého udržení produktivity agroekosystémů se jako vhodná varianta (nahrazující nedostatek organického hnojení) ke zvýšení obsahu organické hmoty a biologické aktivity jeví aplikace kalů ČOV na zemědělskou půdu. Stabilizované odvodněné kaly představují pro zemědělskou půdu vhodný typ hnojiva. Jejich hnojivý účinek spočívá v obsahu organické hmoty, dusíku, fosforu, obsahu stopových prvků a biologicky aktivních látek.

Podle údajů Českého statistického úřadu se produkce kalů v ČR pohybuje mírně nad 170 tis. t sušiny ročně, z toho je 8,31 – 32,1% kalu „zneškodněno“ přímou aplikací na půdu či použito k rekultivačním účelům. Ministerstvo životního prostředí na svých internetových stránkách v Druhé hodnotící zprávě o plnění Plánu odpadového hospodářství ČR za rok 2005-2006 uvádí podíl kalů použitých na zemědělské půdě v roce 2006 (kategorie R10, N2) 11,5%.

Problematika ukládání kalů na zemědělskou půdu je legislativně upravena vyhláškou č. 382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, ve znění pozdějších předpisů.

Cíle

Kaly ČOV jsou významné zdroje látek podporujících půdní úrodnost, současně jsou odpadem a jako takový představují riziko z hlediska vnosu chemických látek a prvků do půdy a následného ohrožení bezpečnosti potravinového řetězce. Dlouhodobé monitorování kvality zemědělských plodin pěstovaných na pozemcích po aplikaci kalů ČOV umožňuje činit závěry o tom, zda tyto zemědělské produkty jsou z hlediska lidského zdraví bezpečné, zda nedochází ke zvyšování obsahu rizikových prvků v těchto matricích.

Metodika prací

Vzorky rostlin byly odebírány před sklizní nebo při sklizni z plochy, na níž byl kal ČOV aplikován během předchozích pěti let. Každý vzorek byl složen nejméně z 10-ti individuálních odběrů rozmístěných rovnoměrně po celé ploše. Odebírán byl pouze hlavní produkt (např. zrno obilovin, semeno řepky, bulva řepy cukrové, ...). Každý rok bylo odebráno maximálně 50 vzorků rostlin.

Vzorky byly ihned po odběru označeny, zváženy a bylo zaznamenáno datum odběru.

Ve vzorcích rostlin byla provedena prvková analýza (As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V, Zn) a určena hmotnost sušiny. Chemické analýzy vzorků rostlin prováděly akreditované laboratoře NRL ÚKZÚZ v Brně a Plzni.

Numerické výsledky agrochemických analýz byly podrobeny uvedenému statistickému zkoumání:

- Deskriptivní analýza dat – výpočet aritmetického průměru, mediánu, vyhledávání globálních minim a maxim a výpočet kvartilů
- Exploratorní analýza dat – sestavení krabicových diagramů
- ANOVA

Vybraný soubor dat byl statisticky testován pro zjištění, zda existují průkazné rozdíly v obsazích rizikových prvků v plodinách pěstovaných na pozemcích s aplikací kalů ČOV a bez aplikace. K porovnání byla použita data získaná z programu „Bazální monitoring půd“ (BMP). V programu BMP je ze stálých 52 pozorovacích ploch každoročně odebráno cca 80 vzorků rostlin. 27 monitorovacích ploch náleží do systému kontaminovaných ploch (kde alespoň 1 prvek překračuje maximální přípustnou hodnotu podle vyhlášky č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu), zbylých 25 ploch náleží do základního systému monitoringu. Tyto plochy slouží jako referenční pro hodnocení výsledků z obdobných programů, jako je sledování kvality zemědělských plodin na pozemcích po aplikaci kalů ČOV nebo lokálních projektů.

Do statistického zpracování jsou zahrnuty všechny hodnoty vybraných prvků (Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Zn), hodnoty nižší než limit stanovitelnosti (LOQ) byly položeny rovno $1/2\text{LOQ}$. Pro statistické zpracování byly použity programy MS Excel 2003, NCSS 2001. Hodnoty byly otestovány jednofaktorovou analýzou rozptylu s následným testováním metodou Kruskal-Wallisova testu, popř. Scheffeho testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Výsledky

V rámci sledování kvality zemědělských plodin po aplikaci kalů ČOV bylo od roku 2003 odebráno a analyzováno 234 vzorků rostlin. Do roku 2004 byl z pozemků odebrán jak hlavní, tak vedlejší produkt (např. obilná sláma, řepný chrást, ...), poté došlo k úpravě metodiky a od roku 2005 byly již odebrány pouze hlavní produkty. Přehled odebraných vzorků uvádí tabulka 1.

Základní popisná statistika prvkové analýzy rostlin (rozsah obsahů prvků v celém souboru vzorků) je uvedena v příloze 1. Zde jsou pro srovnání uvedeny také hodnoty rozborů rostlin odebíraných v rámci Bazálního monitoringu půd (BMP). Střední hodnoty obsahů rizikových prvků v jednotlivých typech rostlinného materiálu jsou uvedeny v příloze 2. Výsledky deskriptivní statistiky mohou být graficky vyjádřeny pomocí box-diagramů. Kromě rozložení dat v souboru (pomocí minima, maxima, mediánu a dolního a horního kvartilu) indikuje box diagram také odlehle hodnoty (přílohy 3, 4, 5).

Tabulka 1. Přehled počtu vzorků odebraných na pozemcích po aplikaci kalů ČOV v letech 2003-2008. (V kategorii „ostatní“ jsou zahrnuty GPS plodiny, jetel luční, jetelotravní směska, zelené hnojení, TTP, zelená hmota z ploch ležících ladem)

plodina	rok						celkem
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
brambory	1	-	1	-	-	-	2
hořčice	-	1	-	-	-	-	1
hrách	-	-	-	1	-	-	1
ječmen jarní - zrno	5	3	4	2	3	1	18
ječmen jarní - sláma	2	-	-	-	-	-	2
ječmen ozimý	-	1	2	-	-	4	7
kukuřice na siláž	6	6	10	6	2	5	35
kukuřice na zrno	-	-	4	5	-	4	13
mák	1	1	2	1	1	-	6
oves	1	-	1	1	1	-	4
pšenice jarní	1	-	-	-	-	2	3
pšenice ozimá - zrno	8	8	6	10	8	8	48
pšenice ozimá - sláma	-	1	-	-	-	-	1
řepa cukrová - bulva	4	8	4	4	3	-	23
řepa cukrová - chrást	2	2	-	-	-	-	4
řepka ozimá	3	9	10	4	9	5	40
slunečnice	2	1	-	1	-	-	4
sója	1	-	1	-	-	-	2
tritikale	1	-	1	-	1	2	5
vojtěška	1	1	-	-	-	-	2
ostatní	8	4	1	-	-	-	13
Celkem	47	46	47	35	28	31	234

Obsahy As, Be, Cd, Co a V leží téměř všechny pod limitem stanovitelnosti (příloha 6). Hodnoty Cu a Zn jsou vždy vyšší než limit stanovitelnosti. Pro ostatní prvky (Cr, Cu, Hg, Mo, Ni a Zn) byly sestaveny grafy obsahů prvků v plodinách (příloha 7).

Pouze obsahy Zn a Cu jsou vždy nad limitem stanovitelnosti. Nejvyšší obsahy prvků jsou nalézány především ve vegetativních částech rostlin (jetel, jetelotravní směsky, TTP, vojtěška), ale překvapivě také v generativních orgánech (semenech) některých plodin (mák, řepka, slunečnice, sója). Ve vegetativních částech rostlin jsou zvýšené obsahy Cr, Hg, Cu a Pb, v generativních částech rostlin jsou to Hg, Cu, Mo (sója), Ni a Zn. Naopak nejnižší obsahy prvků byly detekovány v obilovinách, a to jak v zrnu, tak ve slámě.

Pro testování domněnky o zvýšeném obsahu rizikových prvků v rostlinách pěstovaných na pozemcích po aplikaci kalů byly vybrány ječmen – zrno, pšenice – zrno a řepka – semeno. Soubor dat byl porovnáván se souborem dat z Bazálního monitoringu půd. Jak již bylo uvedeno dříve, data z BMP byla rozdělena podle příslušnosti k základnímu nebo kontaminovanému subsystému. Hlavním důvodem pro výběr těchto typů rostlinného materiálu byl dostatečný počet vzorků ve všech třech porovnávaných souborech (rostliny z pozemků po aplikaci kalů, rostliny ze základního systému monitoringu, rostliny ze subsystému kontaminovaných ploch).

Testování významnosti rozdílů (Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Zn) bylo provedeno analýzou rozptylu s následným testováním metodou Kruskal-Wallisova testu, popř. Scheffeho testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Hypotéza rovnosti mediánů pro všechny tři skupiny dat byla potvrzena u řepkového semene pro Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, u ječmene pouze pro Cu a Hg a u pšenice pouze pro Cr, Hg a Ni.

Předpoklad statisticky významně vyšších obsahů prvků v plodinách pěstovaných na pozemcích po aplikaci kalů se potvrdil pouze u ječmene pro Cr a Ni. Naopak obsahy Cu v pšeničném zrně jsou statisticky významně nižší v plodinách odebíraných z pozemků po aplikaci kalů než v plodinách odebíraných v subsystému kontaminovaných ploch. Také obsahy Zn (řepka, ječmen, pšenice) a Mo (ječmen, pšenice) jsou nižší v rostlinách z pozemků po aplikaci kalů. Tyto rozdíly však nejsou statisticky průkazné.

Obsahy rizikových prvků v rostlinách lze hodnotit také na základě limitních hodnot pro potraviny a krmiva. Vyhláška č. 35/2004 Sb., kterou se stanoví druhy kontaminujících a toxikologicky významných látek a jejich přípustné množství v potravinách a Nařízení komise (ES) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách, uvádí v přílohách nejvyšší přípustné množství (NPM) prvků (resp. maximální limity obsahů prvků) v potravinách. Hodnoty NPM jsou uvedeny v přílohách 10 a 11. Z analyzovaných 234 vzorků byla u 9 z nich překročena limitní hodnota pro Pb. Jednalo se o jeden vzorek brambor a 8 vzorků obilovin. Vzorky, u nichž byl obsah Pb nižší než limit stanovitelnosti (0,3 mg/kg) nebyly do hodnocení zahrnuty. K přepočtu na čerstvý vzorek byly použity tabulkové hodnoty (absolutní) sušiny.

Kvalita krmiv se posuzuje podle vyhlášky č. 356/2008 Sb., kterou se provádí zákon č. 91/1996 Sb., o krmivech, ve znění pozdějších předpisů. Maximální obsahy prvků (v mg/kg krmiva o vlhkosti 12%) nebyly překročeny v žádném vzorku.

Závěr

V uvedeném období bylo odebráno a analyzováno 234 vzorků rostlin. Ve vzorcích byla provedena prvková analýza (As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V, Zn). Velké množství zjištěných hodnot se nachází pod limitem stanovitelnosti. Maximální obsahy prvků v krmných surovinách nebyly překročeny ani v jednom případě. Limitní obsahy pro potraviny byly překročeny u Pb v 1 vzorku brambor a v 8 vzorcích obilovin.

Testování průkaznosti zvýšených obsahů prvků v plodinách z pozemků po aplikaci kalů bylo provedeno na třech nejčastěji odebíraných plodinách - řepka, ječmen, pšenice (data byla porovnávána s referenčním souborem výsledků z Bazálního monitoringu půd) a vybraných prvcích (Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Zn). Zvýšené obsahy rizikových prvků v uvedených plodinách pěstovaných na pozemcích po aplikaci kalů ČOV nebyly prokázány. Pouze v případě Cr a Ni v ječném zrně byly zjištěny významně vyšší hodnoty než v referenčním souboru dat.

Použité zdroje:

http://www.mzp.cz/cz/kaly_cistiren_odpadnich_vod, staženo 23. 9. 2009

http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/statisticke_rocenky_ceske_republiky, staženo 23. 9. 2009

http://www.mzp.cz/cz/plneni_narizeni_vlady, staženo 23. 9. 2009

ČERNÝ, Jindřich, et al. Využití odpadů z ČOV jako zdroje organických látek a živin. In *Racionální použití hnojiv : Sborník z konference konané na ČZU v Praze dne 26. 11. 2009*. Praha : ČZU v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, 2009. s. 36-41. ISBN 978-80-213-2006-2.

Příloha 1. Deskriptivní statistika výsledků prvkové analýzy rostlin (2003 - 2008; mg.kg⁻¹ suš.; systém: 2 - rostliny z pozemků po aplikaci kalů; 3 - základní systém Bazálního monitoringu půd; 4 - kontaminovaný subsystém Bazálního monitoringu půd)

	Systém	Počet vzorků	Průměr	Minimum	Maximum	percentily				
						10th	25th	50th	75th	90th
As	2	234	< 0.1	< 0.1	0,38	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0,10
	3	513	0,10	< 0.1	3,19	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0,10	0,20
	4	526	0,26	< 0.1	10,8	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0,22	0,55
Be	2	234	< 0.02	< 0.02	0,04	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
	3	513	< 0.02	< 0.02	0,11	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0,02
	4	526	< 0.02	< 0.02	0,15	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0,02
Cr	2	234	< 0.1	< 0.1	0,79	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0,15
	3	513	0,11	< 0.1	1,50	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0,12	0,24
	4	526	0,25	< 0.1	6,21	< 0.1	< 0.1	0,12	0,27	0,63
Co	2	234	< 0.25	< 0.25	1,15	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.25
	3	513	< 0.25	< 0.25	7,12	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.25
	4	526	< 0.25	< 0.25	2,90	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.25
Cr	2	234	0,48	< 0.25	6,83	< 0.25	< 0.25	< 0.25	0,45	1,30
	3	513	0,58	< 0.25	15,6	< 0.25	< 0.25	< 0.25	0,63	1,33
	4	526	0,86	< 0.25	30,6	< 0.25	< 0.25	0,31	0,74	1,77
Cu	2	234	4,42	0,22	28,5	1,55	2,49	3,64	4,89	6,95
	3	513	4,33	0,32	74,6	1,82	2,40	3,37	5,10	7,46
	4	526	42,2	0,29	3330	1,94	2,73	4,59	7,52	12,2
Hg	2	234	0,006	< 0.005	0,068	< 0.005	< 0.005	< 0.005	0,007	0,014
	3	512	0,012	< 0.005	0,715	< 0.005	< 0.005	0,008	0,013	0,019
	4	525	0,017	< 0.005	1,120	< 0.005	< 0.005	0,010	0,015	0,025
Mo	2	234	0,50	< 0.5	3,90	< 0.5	< 0.5	< 0.5	0,67	1,00
	3	480	0,61	< 0.5	7,70	< 0.5	< 0.5	< 0.5	0,70	1,20
	4	490	0,76	< 0.5	9,60	< 0.5	< 0.5	< 0.5	0,90	1,50
Ni	2	234	0,96	< 0.35	11,1	< 0.35	< 0.35	0,40	1,06	2,20
	3	513	0,83	< 0.35	13,0	< 0.35	< 0.35	0,44	1,00	2,00
	4	526	1,17	< 0.35	16,4	< 0.35	< 0.35	0,60	1,41	2,89
Pb	2	234	0,45	< 0.3	41,8	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	0,50
	3	513	0,68	< 0.3	29,6	< 0.3	< 0.3	< 0.3	0,40	0,96
	4	526	1,48	< 0.3	142	< 0.3	< 0.3	0,38	0,60	1,95
V	2	234	< 0.3	< 0.3	1,12	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
	3	513	< 0.3	< 0.3	3,00	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	0,54
	4	526	< 0.3	< 0.3	8,47	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	0,45
Zn	2	234	31,4	4,05	102	16,1	23,3	27,9	36,7	46,6
	3	513	23,2	2,91	115	7,33	13,2	21,2	30,0	38,7
	4	526	43,8	2,60	448	12,7	23,5	32,6	48,2	68,6

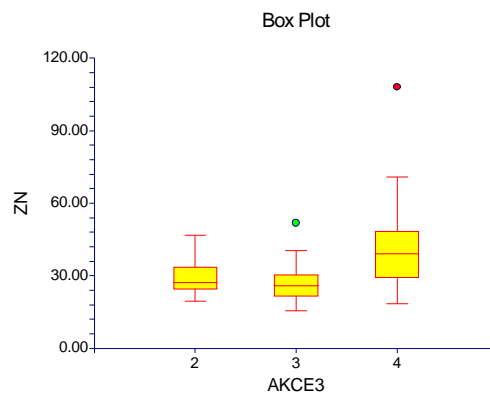
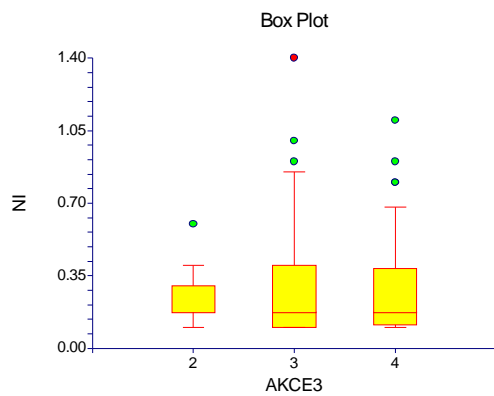
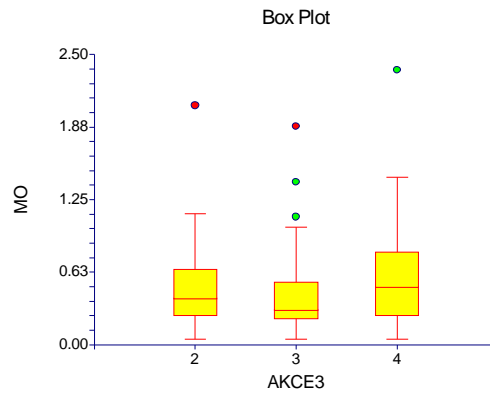
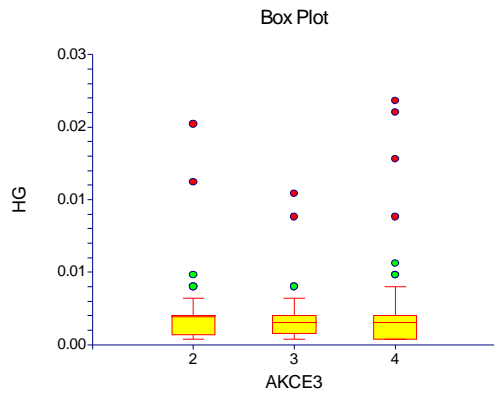
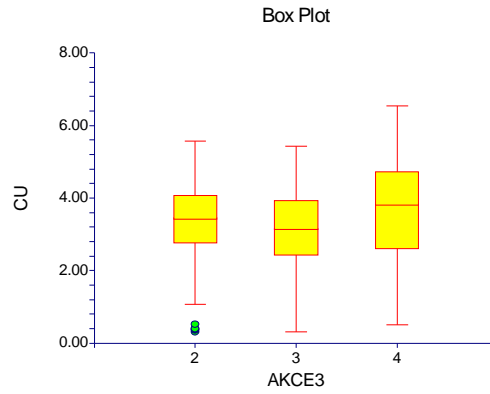
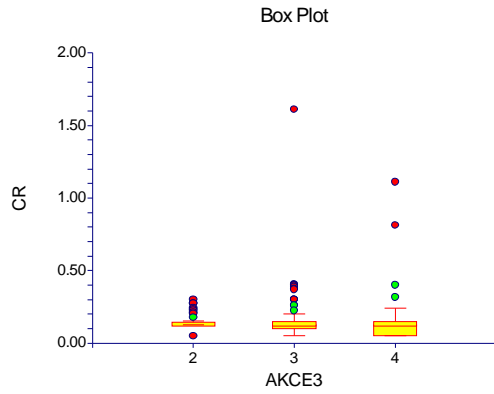
Příloha 2. Střední hodnoty obsahů prvků v plodinách odebraných na pozemcích po aplikaci kalů (mg.kg⁻¹)

Plodina	Počet vzorků		As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	V	Zn
brambory hlízy	2	Průměr	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	0,50	3,61	< 0.005	< 0.5	0,45	0,50	< 0.3	14,40
brambory hlízy		Medián	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	0,50	3,61	< 0.005	< 0.5	0,45	0,50	< 0.3	14,40
hořčice - semeno	1		0,14	< 0.02	0,21	0,25	0,69	3,69	0,0260	1,20	0,80	< 0.3	< 0.3	67,30
hrách - semeno	1		< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	7,46	< 0.005	1,13	1,66	< 0.3	< 0.3	53,80
ječmen jarní - GPS	2	Průměr	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	0,62	3,97	0,0080	< 0.5	0,75	0,40	0,31	19,05
ječmen jarní - GPS		Medián	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	0,62	3,97	0,0080	< 0.5	0,75	0,40	0,31	19,05
ječmen jarní - sláma	2	Průměr	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	0,59	2,89	0,0130	0,60	1,00	< 0.3	< 0.3	13,05
ječmen jarní - sláma		Medián	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	0,59	2,89	0,0130	0,60	1,00	< 0.3	< 0.3	13,05
ječmen jarní - zrno	18	Průměr	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	3,73	< 0.005	< 0.5	0,36	< 0.3	< 0.3	34,05
ječmen jarní - zrno		Medián	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	3,50	< 0.005	< 0.5	0,40	< 0.3	< 0.3	32,00
ječmen ozimý - zrno	7	Průměr	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	3,39	< 0.005	< 0.5	< 0.35	< 0.3	< 0.3	28,69
ječmen ozimý - zrno		Medián	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	3,53	< 0.005	< 0.5	< 0.35	< 0.3	< 0.3	28,50
jetel luční	2	Průměr	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	0,34	7,61	0,0110	1,45	1,35	< 0.3	< 0.3	28,50
jetel luční		Medián	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	0,34	7,61	0,0110	1,45	1,35	< 0.3	< 0.3	28,50
jetelotravní směska	2	Průměr	0,225	< 0.02	0,13	0,355	1,806	14,05	0,0170	< 0.5	3,1	2,2	0,73	37,85
jetelotravní směska		Medián	0,225	< 0.02	0,13	0,355	1,806	14,05	0,0170	< 0.5	3,1	2,2	0,73	37,85
kukuřice na siláž	35	Průměr	< 0.1	< 0.02	0,12	< 0.25	1,60	5,30	< 0.005	0,63	1,84	1,71	< 0.3	30,19
kukuřice na siláž		Medián	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	1,29	4,43	< 0.005	0,50	1,60	< 0.3	< 0.3	25,70
kukuřice na zrno - zrno	13	Průměr	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	1,51	< 0.005	< 0.5	< 0.35	< 0.3	< 0.3	21,90
kukuřice na zrno - zrno		Medián	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	1,46	< 0.005	< 0.5	< 0.35	< 0.3	< 0.3	21,00
mák - semeno	6	Průměr	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	15,50	0,0192	< 0.5	1,13	< 0.3	< 0.3	82,07
mák - semeno		Medián	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	15,80	0,0110	< 0.5	0,55	< 0.3	< 0.3	81,25
oves - GPS	1		0,10	< 0.02	< 0.1	< 0.25	3,40	5,77	0,0070	1,30	3,70	1,10	0,56	29,40
oves - zrno	4	Průměr	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	0,64	2,00	< 0.005	1,25	2,51	< 0.3	< 0.3	28,40

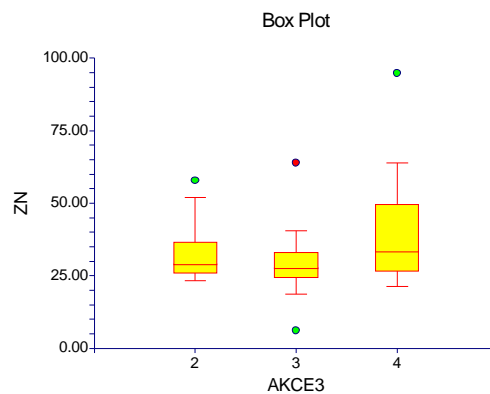
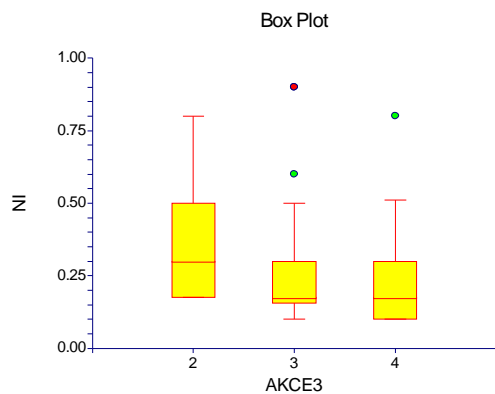
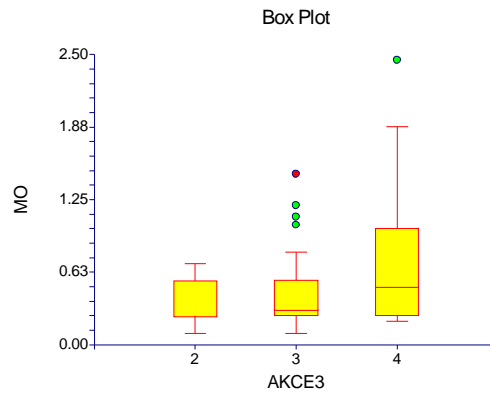
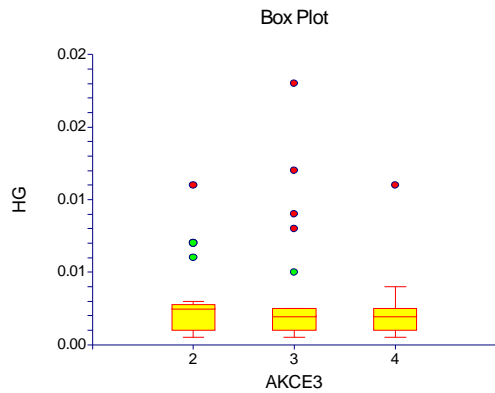
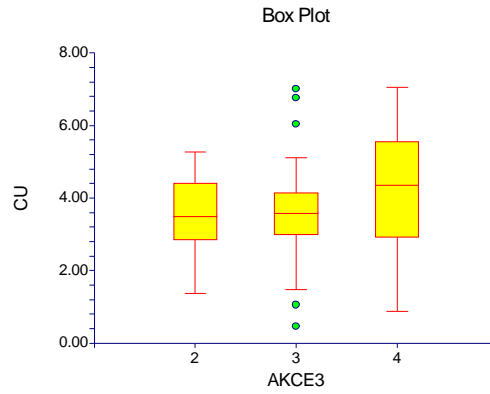
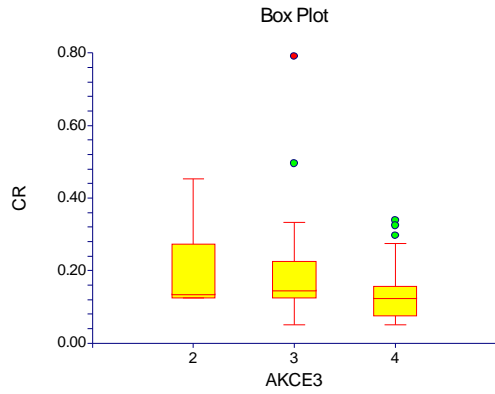
Příloha 2. Střední hodnoty obsahů prvků v plodinách odebraných na pozemcích po aplikaci kalů (mg.kg⁻¹)

Plodina	Počet vzorků		As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	V	Zn
oves - zrno		Medián	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	0,39	2,42	< 0.005	1,05	1,58	< 0.3	< 0.3	27,80
plochy ležící ladem	4	Průměr	< 0.1	< 0.02	0,204	< 0.25	1,2312	6,362	0,0108	0,88	1,9	< 0.3	< 0.3	31,92
		Medián	< 0.1	< 0.02	0,21	< 0.25	1,12	6,89	0,0110	0,9	1,6	< 0.3	< 0.3	32,9
pšenice jarní - zrno pšenice jarní - zrno	3	Průměr	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	3,13	< 0.005	< 0.5	< 0.35	0,51	< 0.3	43,07
		Medián	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	2,71	< 0.005	< 0.5	< 0.35	0,63	< 0.3	44,80
pšenice ozimá - sláma	1		0,15	< 0.02	< 0.1	< 0.25	0,99	1,66	0,0130	< 0.5	1,50	0,50	0,30	8,96
pšenice ozimá - zrno pšenice ozimá - zrno	48	Průměr	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	3,28	< 0.005	< 0.5	< 0.35	< 0.3	< 0.3	28,85
		Medián	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	3,45	< 0.005	< 0.5	< 0.35	< 0.3	< 0.3	26,70
řepa cukrová - bulva řepa cukrová - bulva	23	Průměr	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	0,28	4,14	< 0.005	< 0.5	0,48	< 0.3	< 0.3	17,04
		Medián	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	3,99	< 0.005	< 0.5	< 0.35	< 0.3	< 0.3	15,10
řepa cukrová - chrást řepa cukrová - chrást	4	Průměr	0,10	0,02	0,10	< 0.25	0,50	6,82	0,0358	0,50	1,38	0,58	0,35	44,53
		Medián	< 0.1	< 0.02	0,10	< 0.25	0,51	6,85	0,0355	0,55	1,35	0,50	0,33	37,85
řepka - semeno řepka - semeno	40	Průměr	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	2,25	0,0117	< 0.5	0,74	< 0.3	< 0.3	34,02
		Medián	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	2,29	0,0033	< 0.5	0,60	< 0.3	< 0.3	34,05
řepka - sláma	1		< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	1,82	0,0110	0,50	< 0.35	< 0.3	< 0.3	28,80
slunečnice - semeno slunečnice - semeno	4	Průměr	< 0.1	< 0.02	0,21	< 0.25	0,58	15,27	0,0074	< 0.5	4,63	< 0.3	< 0.3	51,23
		Medián	< 0.1	< 0.02	0,24	< 0.25	0,60	16,40	< 0.005	< 0.5	4,61	< 0.3	< 0.3	51,66
sója - zrno sója - zrno	2	Průměr	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	14,65	< 0.005	2,95	7,80	< 0.3	< 0.3	53,90
		Medián	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	14,65	< 0.005	2,95	7,80	< 0.3	< 0.3	53,90
tritikale - zrno tritikale - zrno	5	Průměr	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	4,81	< 0.005	0,68	< 0.35	< 0.3	< 0.3	36,64
		Medián	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	< 0.25	5,47	< 0.005	0,50	< 0.35	< 0.3	< 0.3	37,00
TTP	1		< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	0,611	8,8	0,0200	< 0.5	1	< 0.3	< 0.3	26,7
vojtěška vojtěška	2	Průměr	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	0,68	10,89	0,0200	0,50	3,20	0,35	< 0.3	36,45
		Medián	< 0.1	< 0.02	< 0.1	< 0.25	0,68	10,89	0,0200	0,50	3,20	0,35	< 0.3	36,45

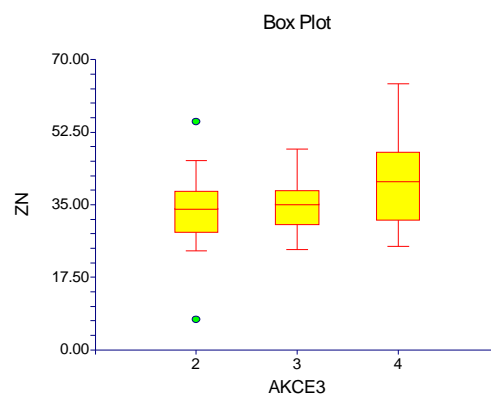
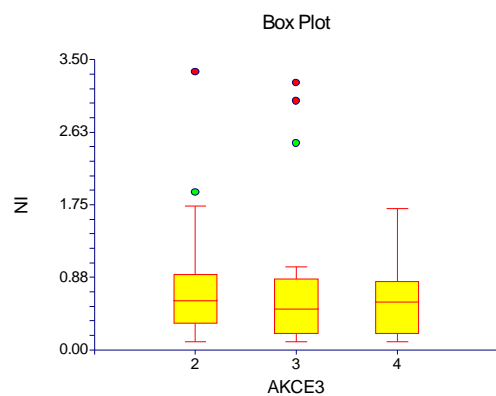
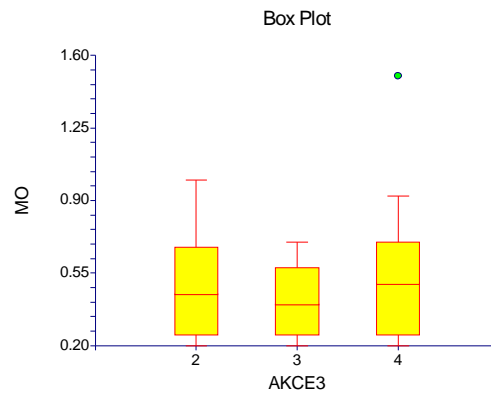
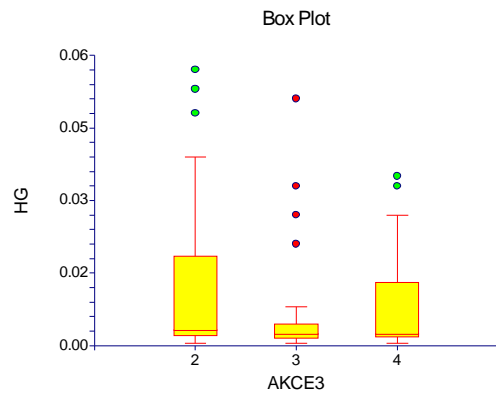
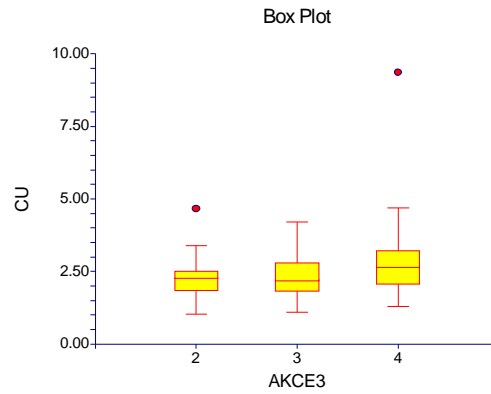
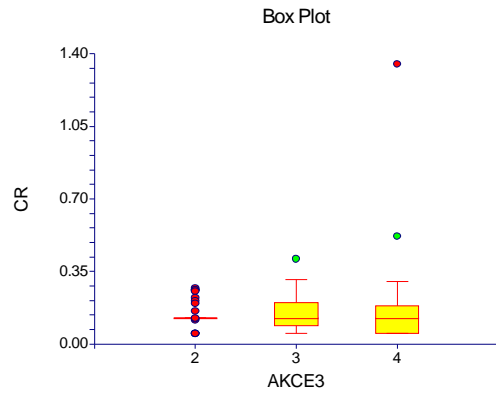
Příloha 3. Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků (Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Zn) v pšeničném zrně. (AKCE: 2 – po aplikaci kalů; 3 – základní systém monitoringu; 4 – subsystém kontaminovaných ploch)



Příloha 4. Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků (Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Zn) v ječném zrně. (AKCE: 2 – po aplikaci kalů; 3 – základní systém monitoringu; 4 – subsystém kontaminovaných ploch)



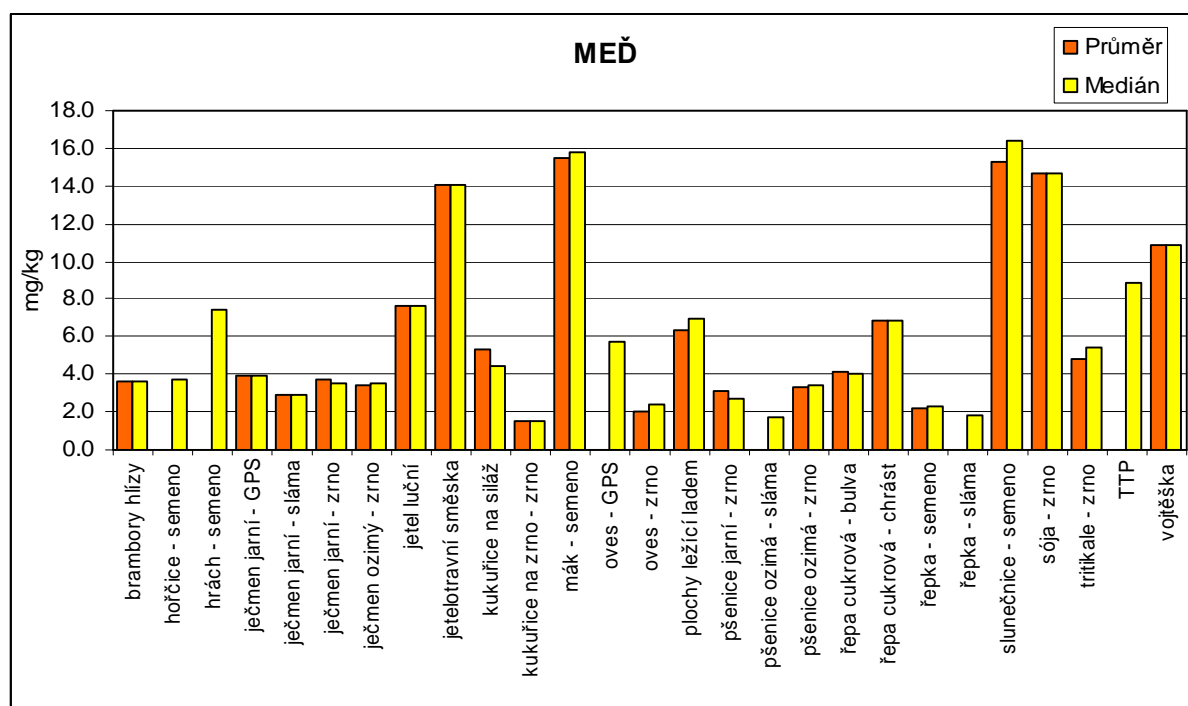
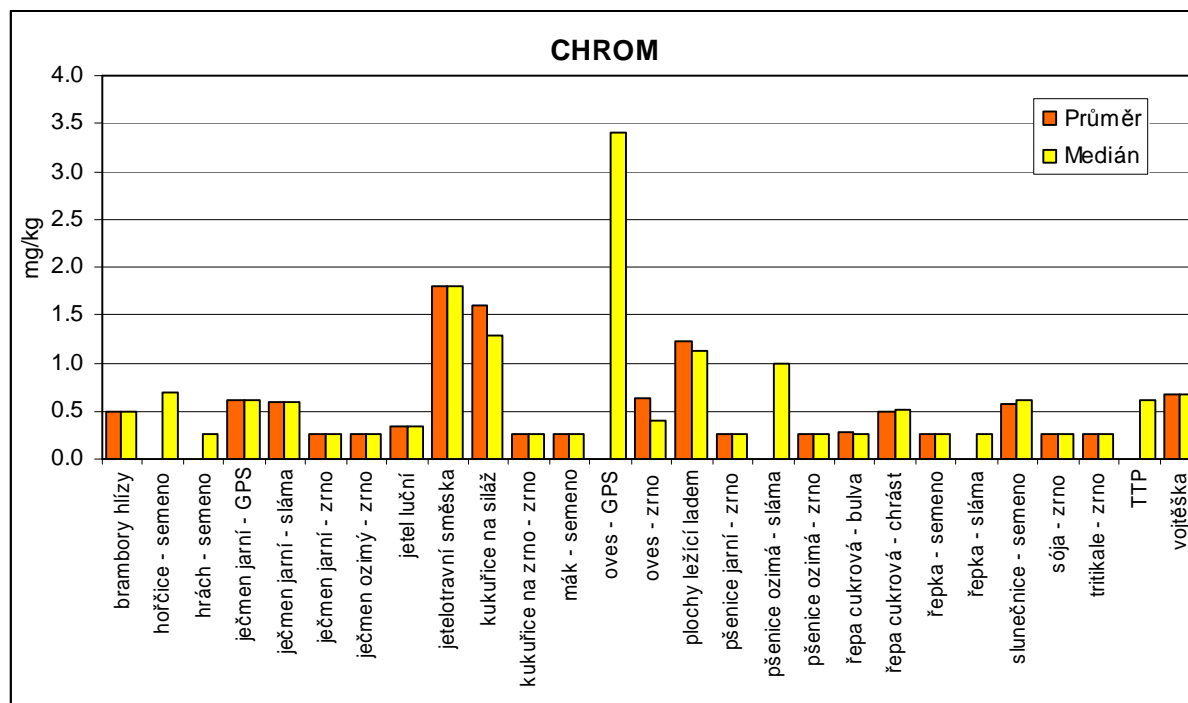
Příloha 5. Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků (Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Zn) v řepkovém semeni. (AKCE: 2 – po aplikaci kalů; 3 – základní systém monitoringu; 4 – subsystém kontaminovaných ploch)



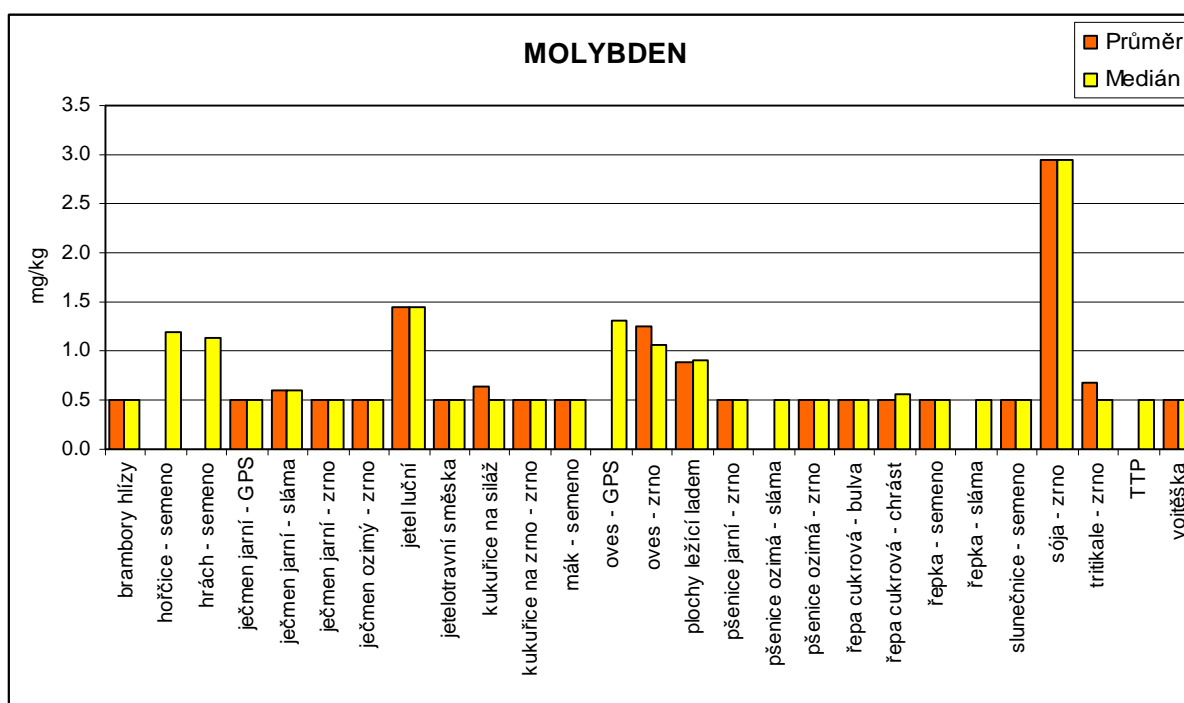
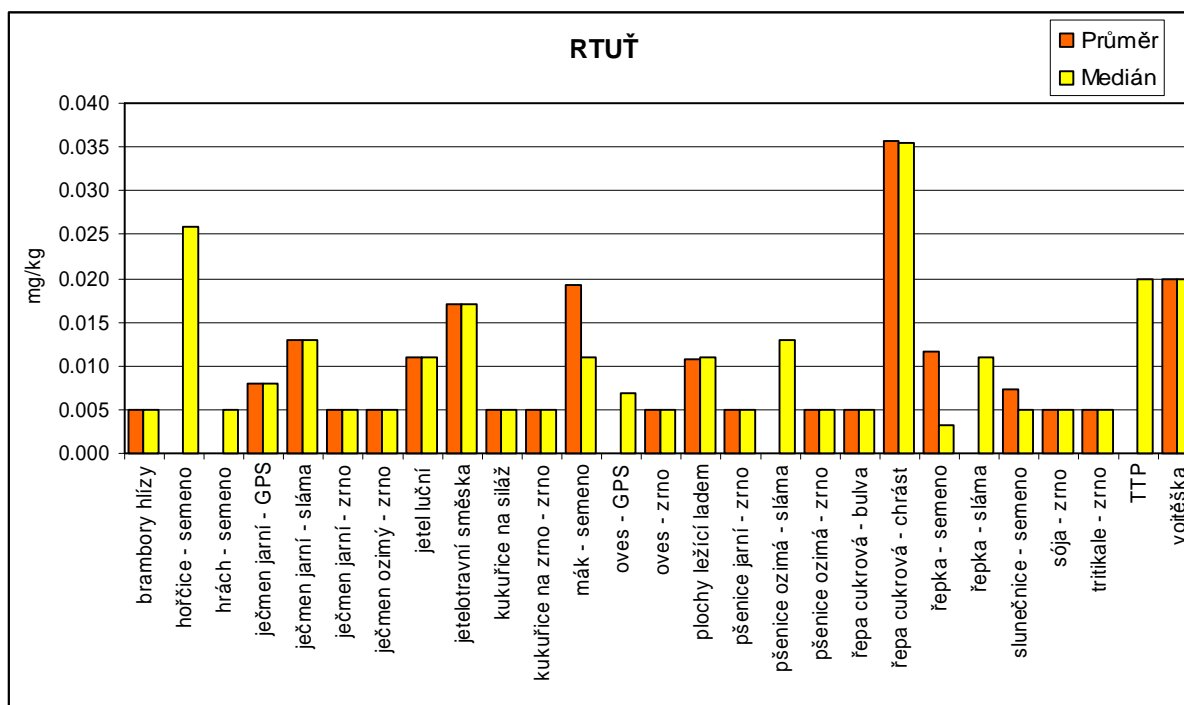
Příloha 6. Meze stanovitelnosti

	As	Be	Cd	Co	Cr	Hg	Mo	Ni	Pb	V
2003	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,1	< 0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,2	< 0,2	< 0,1
2004	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,1	< 0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,2	< 0,2	< 0,1
2005	< 0,010	< 0,010	< 0,020	< 0,050	< 0,250	< 0,001	< 0,001	< 0,2	< 0,300	< 0,350
2006	< 0,1	< 0,020	< 0,1	< 0,250	< 0,250	< 0,005	< 0,500	< 0,350	< 0,300	< 0,300
2007	< 0,1	< 0,020	< 0,1	< 0,250	< 0,250	< 0,005	< 0,500	< 0,350	< 0,300	< 0,300
2008	< 0,1	< 0,020	< 0,1	< 0,250	< 0,250	< 0,005	< 0,500	< 0,350	< 0,300	< 0,300

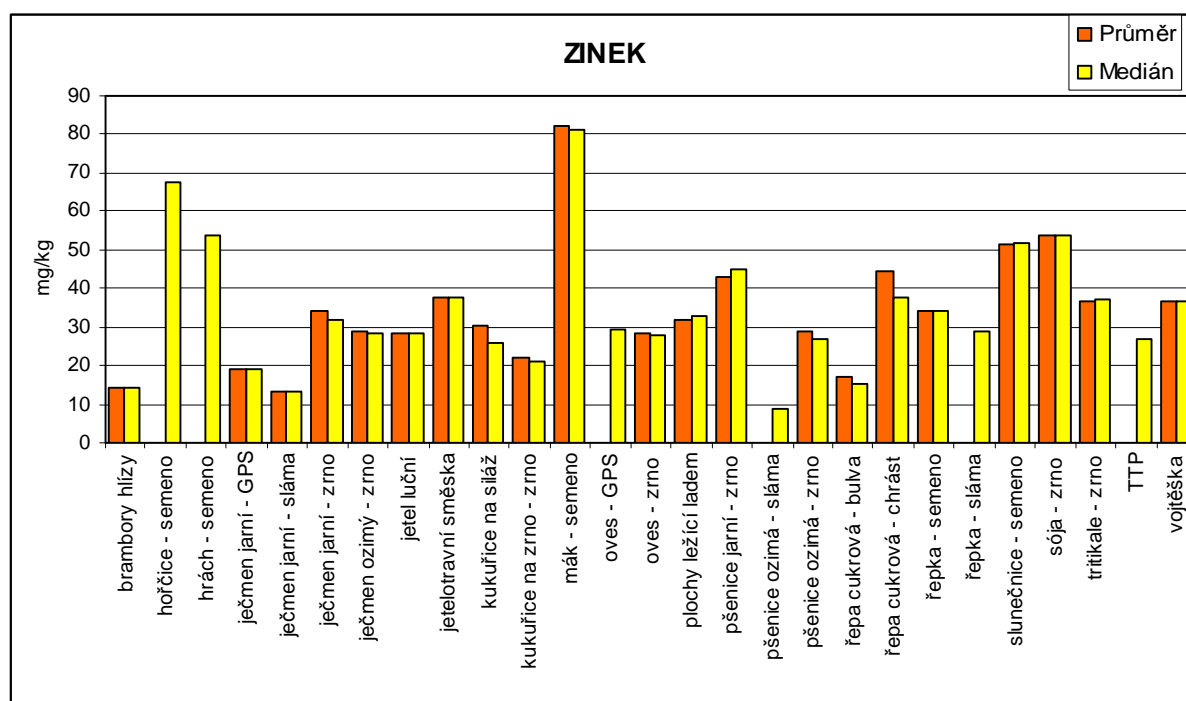
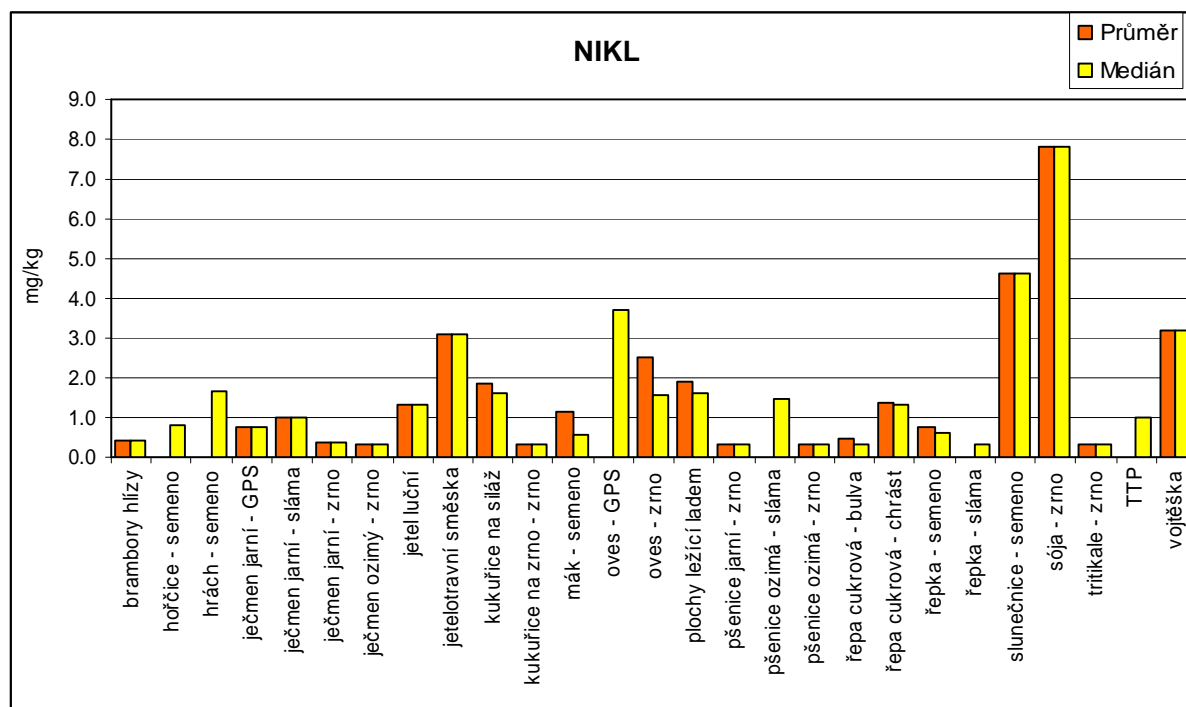
Příloha 7. Obsah chromu (Cr) a mědi (Cu) v plodinách pěstovaných na pozemcích po aplikaci kalů ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 2003 - 2008)



Příloha 8. Obsah rtuti (Hg) a molybdenu (Mo) v plodinách pěstovaných na pozemcích po aplikaci kalů ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 2003 - 2008)



Příloha 9. Obsah niklu (Ni) a zinku (Zn) v plodinách pěstovaných na pozemcích po aplikaci kalů ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 2003 - 2008)



Příloha 10. Nejvyšší přípustné množství prvku v potravinách podle vyhlášky č. 305/2004 Sb., kterou se stanoví druhy kontaminujících a toxikologicky významných látek a jejich přípustné množství v potravinách a maximální limity obsahů prvků podle Nařízení komise (ES) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách.

		mg.kg ⁻¹ čerstvého vzorku				
		As 305/2004	Cd 1881/2006	Cd 305/2004	Hg 305/2004	Pb 1881/2006
brambory (loupané)			0,1		0.02	0.1
luštěniny				0,2		0.2
zelenina*			0,05		0.03	0.1
	lusková					0.2
	kořenová		0,1			
	košťálová					0.3
	listová		0,2			0.3
	řapíkatá		0,1			
obiloviny*			0,1		0.05	0.2
	pšenice		0,2			
ovoce		0.2			0.03	

* pokud předpis nestanoví jinak, používá se hodnota obecně pro zeleninu a obiloviny

Příloha 11. Maximální obsah prvků v krmivech podle vyhlášky č. 356/2008 Sb., kterou se provádí zákon o krmivech

		mg.kg ⁻¹ krmiva o vlhkosti 12%			
		As	Pb	Hg	Cd
krmné suroviny (s výjimkou):		2,0	10,0	0,1	1,0
	travní, vojtěškové a jetelové moučky, sušených cukrovarských řízků	4	-	-	-
	pícnin	-	30,0	-	-