

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně
Sekce úřední kontroly



ZÁVISLOST OBSAHŮ POPs V ROSTLINÁCH
NA OBSAZÍCH POPs V PŮDĚ

Průběžná zpráva (2010 – 2012)

Zpracovali: Mgr. Šárka Poláková, Ph.D.
Ing. Dušan Reiningger, Ph.D.
Ing. Tomáš Samek, Ph.D.

Schválil: Ing. Miroslav Florián, Ph.D.
ředitel Sekce úřední kontroly

Brno, červenec 2013

Úvod

Perzistentní organické polutanty (Persistent Organic Pollutants, POPs) jsou látky dlouhodobě setrvávající v prostředí. Mají několik typických vlastností – vyznačují se vysokou lipofilitou, vysokou schopností bioakumulace, vysokým stupněm chemické a biologické stability a tendencí k dálkovému přenosu. Díky těmto vlastnostem se mohou šířit tisíce kilometrů od zdroje a kontaminovat tak celou biosféru, včetně potravního řetězce člověka.

Perzistentní organické látky vznikají přírodními procesy (např. sopečnou činností, požáry), převážná část jejich zdrojů je však antropogenního původu. Výrobu a použití vybraných látek reguluje Stockholmská úmluva o perzistentních organických polutantech.

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) dlouhodobě sleduje obsahy vybraných POPs (7 kongenerů PCB, organochlorové pesticidy: HCB, 4 izomery HCH a látky skupiny DDT) v zemědělských půdách.

Zdravotní rizika spojená s expozicí POPs

POPs se vyznačují širokou škálou negativních vlivů na zdraví lidí a ostatních organismů. Látky skupiny DDT jsou velmi toxické pro vodní organismy, způsobují významný pokles reprodukční schopnosti rybožravých a vodních ptáků, ale i pěvců a suchozemských šelem. Také u člověka se DDT a jeho metabolity hromadí v těle, především v tukové tkáni. Akutní expozice DDT ovlivňuje nervový systém. Chronická expozice poškozuje játra, narušuje metabolismus a funkci steroidních hormonů. Lze předpokládat, že dochází k negativnímu ovlivnění reprodukčního systému a zdravého vývoje plodu. HCH je škodlivý pro hmyz a ryby. U člověka zvyšuje pravděpodobnost onemocnění rakovinou, podráždění dýchacích cest, poškození jater a ledvin a poškození funkce štítné žlázy. HCB je pro zdraví lidí velmi nebezpečný. Po expozici touto látkou může u zasažených osob dojít k extrémnímu zvýšení rizika onemocnění rakovinou, ohrožení vývoje plodu, podráždění očí, nosu, dýchacích cest i kůže, k poškození jater a ledvin a k poškození funkce štítné žlázy. PCB se v lidském organismu kumulují v tukové tkáni a mateřském mléce. Mohou způsobovat změny na kůži, změny spojené s indukcí enzymů, estrogení aktivitou, dochází k imunosupresi (všeobecnému snížení obranyschopnosti organismu), poruchám reprodukce a zvětšení štítné žlázy. Jsou podezřelé z karcinogenních a teratogenních účinků.

Důvody pro stanovení POPs v zemědělských plodinách

POPs se stávají součástí potravního řetězce a jelikož člověk stojí na vrcholu potravní pyramidy, je zde riziko ohrožení lidského zdraví. Zájem veřejnosti o tuto problematiku roste, což dokazují i dotazy týkající se kvality pěstovaných plodin na půdách zatížených POPs. Objevují se případy, kdy ÚKZÚZ musí řešit otázky spojené s obsahy POPs v zemědělských plodinách.

Za účelem získání informací o reálném transferu POPs do pěstovaných plodin bylo přistoupeno k dočasnému rozšíření monitoringu rostlin v rámci Bazálního monitoringu půd (BMP).

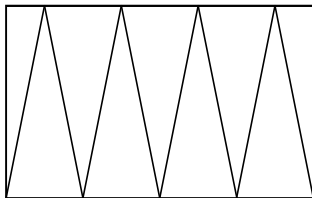
Metodika

V první fázi bylo ze 40 monitorovacích ploch zaměřených na sledování POPs v půdě vybráno 14 ploch s trvale zvýšenými obsahy organických polutantů, na kterých proběhly také odběry pěstovaných plodin zaměřené na stanovení vybraných POPs. Při statistickém zpracování dat se projevil vliv opakovaného vzorkování na vybraných plochách, díky kterému vznikaly v souboru nežádoucí korelace. Na základě tohoto zjištění bylo přistoupeno ke změně odběrového schématu: v roce 2012 bylo k odběrům rostlinných vzorků vybráno opět 14 monitorovacích ploch, jež však nebyly v předchozích letech vzorkovány.

Odběr vzorků rostlin

Z každé monitorovací plochy byl odebrán jeden směsný vzorek pěstované plodiny (pouze hlavní produkt, jedlá část, plodiny pro píci, siláž) podle níže uvedeného schématu.

Obr. 1 Odběrové schéma vzorkování



Vzorky plodin byly tvořeny min. 10 individuálními odběry z jedné plochy. Odběr vzorků se prováděl čistým nerezovým nožem nebo nůžkami. Nadzemní části rostlin se neomývaly. Byl odebrán vzorek o minimální hmotnosti 500 g – 2000 g, ten se zvážil, vložil do mikrotenového (resp. PE nebo papírového) sáčku a označil. Transport vzorků probíhal v chladicích boxech. Vzorky se uchovávaly v chladu při 0 - 6 °C až do okamžiku předání vzorku příslušnému pracovníkovi ÚKZÚZ. V případě odběru vzorků zrna a semen (obiloviny, mák, řepka) se vzorek dosušil, zrno/semeno vydrolilo, teprve poté se vzorek zvážil. Tyto vzorky nebylo nutné chladit.

Vzorky byly co nejdříve odeslány do laboratoře ke zpracování; při předávce vzorek nesměl vykazovat významné změny oproti čerstvému stavu. Vzorky se označily podle platné metodiky („Závislost obsahů POPs v rostlinách na obsahu POPs v půdě“) a s předepsanými dokumenty předaly do laboratoře.

Odběry se prováděly těsně před sklizní, společně s odběry vzorků rostlin na prvkovou analýzu, a pokud to bylo možné, společně s odběry půdních vzorků na stanovení organických polutantů.

Odběr vzorků půd

V roce 2010 a 2011 byly vzorky půd odebírány ze dvou horizontů, přičemž do statistického hodnocení byly použity pouze obsahy z orničních/svrchních horizontů. V roce 2012 byl vzorkován pouze orniční/svrchní horizont půdy.

Orná půda - samostatný vzorek z ornice (označení vzorku – O; odebírá se podle mocnosti ornice, maximálně 0 - 25 cm) a podorníčí (označení vzorku – P; 35 – 60 cm).

TTP - odběr ze 2 horních vrstev 0 - 10 cm (označení vzorku - O) a 11 - 25 cm (označení vzorku - P), s odstraněním svrchní drnové vrstvy.

K odběru se používala odběrová souprava zn. EIJKELKAMP s vrtákem typu EDELMAN. Během odběru vzorků nesmělo dojít k jakékoli kontaminaci odebíraných vzorků. Na zájmové

ploše a v nejbližším okolí bylo zakázáno kouřit a pracovní vozidlo muselo být zaparkováno ve vzdálenosti minimálně 30 m, aby se vyloučil vliv výfukových plynů a jiných provozních hmot. Při vzorkování se používalo jen čisté nářadí zhotovené z vhodných materiálů (např. nerez ocel s atestem, sklo). Pokud nebylo možné vyhnout se kontaktu odebíraného materiálu s rukama, ruce musely být umyté vodou a mýdlem a nebyly ošetřené prostředky na ochranu proti slunci nebo hmyzu.

Odebíralo se 0,75 kg půdy z jednoho horizontu. Toto množství se přímo v terénu ručně zhomogenizovalo promísením na vhodné podložce v latexových (mikrotenových) rukavicích (ne však od benzínových čerpadel). Při homogenizaci se odstranil hrubší skelet.

Odběr se prováděl podle výše uvedeného schématu.

Odběry proběhly těsně před sklizní nebo při ní, pokud to bylo možné společně s odběry vzorků rostlin.

Po provedené homogenizaci se vzorek vložil do mikroténového sáčku, který se vložil do PE sáčku. Každý vzorek byl označen podle platných metodických pokynů („Bazální monitoring půd“) a s předepsanými dokumenty předán do laboratoře.

Analyzované parametry

7 indikátorových kongenerů PCB (28, 52, 101, 138, 153, 180, 118),

organochlorové pesticidy: (α -, β -, γ -, δ - izomery HCH, HCB, o',p'- a p',p'-izomery DDT, DDE, DDD),

sušina

Vyhodnocení

Dosud bylo odebráno 44 vzorků zemědělských plodin a odpovídající počet půdních vzorků.

Zjištěné obsahy sledovaných látek byly posouzeny podle platných legislativních předpisů.

Numerické výsledky analýz byly podrobeny následujícímu statistickému zkoumání:

- Korelační analýza
- Analýza hlavních komponent (PCA –principal component analysis)
- Grafická analýza dat pomocí ikonových grafů

Soubor dat určený ke studiu vzájemných vztahů mezi obsahy POPs v půdě a rostlině byl rozšířen o další půdní charakteristiky: výměnné a aktuální pH, obsah oxidovatelného uhlíku (Cox, stanovení metodou NIR), aktuální sorpční kapacita (CEC) a vybrané zrnitostní frakce půdy (částice menší než 0,01 mm, 0,001 mm, 0,002 mm, 0,006 mm), databáze byla doplněna o zeměpisné souřadnice pro hodnocení vlivu polohy na sledované parametry v půdě a rostlině.

Data byla nejprve hodnocena všechna společně, poté byl soubor rozdělen z hlediska vstupů látek do potravního řetězce, a to na část vstupující do potravního řetězce jako krmivo nebo krmná surovina - „krmivo“ (kukuřice na siláž, pšeničná sláma, ječná sláma, TTP1, JTS, ječmen-GPS) – část A) a na část vstupující do potravního řetězce přímo - „potraviny“ (řepka, tritikale, zrno pšenice, zrno ječmene, hořčice, sója, slunečnice, zrno kukuřice, brambory) – část B). V rámci těchto dvou skupin byly zvlášť hodnoceny plodiny s větším počtem vzorků – kukuřice na siláž (krmivo) a zrno pšenice (potravina).

Pro statistické zpracování byl použit program StatSoft, Inc. (2011) STATISTICA, version 10.

Z analýz byly vypuštěny proměnné, které pro danou hodnocenou skupinu nevykazovaly rozptyl a plocha 4904KO, u které nebyly změřeny všechny hodnoty. Hodnoty nižší než limit stanovitelnosti (LOQ) byly položeny rovno $\frac{1}{2}$ LOQ.

Výsledky

Obsahy POPs v půdních vzorcích

Monitorovací plochy pro odběr zemědělských plodin v letech 2010 a 2011 byly vybrány na základě trvale vysokých obsahů organických polutantů v půdách. V roce 2012 proběhly odběry půd a rostlin na dosud nevzorkovaných lokalitách. Celkem bylo odebráno 42 vzorků. Vyhláška č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu, uvádí jako hodnotu přípustného znečištění PCB 0,01 mg/kg suš.; pro organické chlorované (jednotlivé) pesticidy hodnotu 0,01 mg/kg suš.; pro organické chlorované (celkem) pesticidy hodnotu 0,1 mg/kg suš. V případě látek skupiny DDT dochází u téměř tří čtvrtin vzorků k překročení platných hodnot přípustného znečištění, v devíti vzorcích byl překročen limit pro HCB a v pěti vzorcích pro PCB. Naopak obsahy HCH jsou téměř vždy pod limitem stanovitelnosti (příloha 1).

Obsahy POPs v pěstovaných plodinách

V letech 2010 - 2012 bylo odebráno celkem 44 vzorků rostlin z 30 monitorovacích ploch. V příloze 2 jsou uvedeny výsledky stanovení sledovaných POPs. Většina stanovovaných parametrů je pod mezí stanovitelnosti (LOQ = 0,5 ppb).

Odebírané/pěstované plodiny do značné míry odrážejí způsob hospodaření na zemědělském půdním fondu. Na vybraných plochách byla v uvedených letech nejčastěji pěstována pšenice (11x); následuje kukuřice (9x) a řepka (5x).

Nad mezí stanovitelnosti (limit of quantification, LOQ) jsou nejčastěji nalézány obsahy **látek skupiny DDT**, zejména p',p'-DDE. Maximální obsah sumy látek DDT (DDT_{tot}) byl zjištěn v řepce (semeno, rok odběru 2012); hodnota DDT_{tot} činila 7,43 ppb. Měřitelné obsahy (vyšší než LOQ) látek skupiny DDT byly zjištěny v silážní kukuřici (5x), řepce (2x), jetelotravní směsce (1x), slámě ječmene (1x), zrna ječmene (1x), v ječmeni na GPS (1x) a slámě pšenice (1x).

Celkem ve 4 vzorcích byly nalezeny obsahy **HCH** vyšší než LOQ (γ -HCH, β -HCH), ačkoli v příslušných půdních vzorcích byly obsahy všech stanovovaných izomerů pod mezí stanovitelnosti. Jednalo se 2 vzorky slámy (pšenice, ječmen) a 2 vzorky řepky (semeno). Maximální zjištěný obsah HCH činil 9,27 ppb ve slámě ječmene (rok odběru 2011), což je vysoké číslo, přihládneme-li k nepřítomnosti této látky v půdě a k hodnotě přípustného znečištění půdy (10 ppb).

Obsahy **PCB** nad mezí stanovitelnosti byly zjištěny ve 4 vzorcích (2x řepka, pšenice, TTP), vždy se jednalo o kongener 153, ve třech případech 101, následovaly kongenery 138 a 52. Nejvyšší obsah sumy 7 kongenerů PCB byl stanoven v řepce, rok odběru 2010; hodnota činila 4,41 ppb. Ve všech čtyřech případech je obsah PCB v rostlině vyšší než obsah PCB v půdě.

Vyšší obsahy **HCB** byly zjištěny pouze ve 2 vzorcích slámy, rok odběru 2011 a činily 2,42 a 0,53 ppb.

Obsahy vybraných POPs v půdních a rostlinných vzorcích odebraných v roce 2011 a 2012 jsou graficky znázorněny v příloze 3.

Maximální limity reziduí (MLR) pesticidů v potravinách a krmivech jsou ošetřeny následujícími legislativními předpisy:

- Nařízení komise (ES) č. 1881/2006
- Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 396/2005 (a jeho změny 149/2008, 459/2010)
- Nařízení komise (EU) č. 574/2011 (a jeho změny 277/2012, 744/2012).

V příloze I Nařízení č. 396/2005 jsou ve skupině „Zelenina, čerstvá nebo zmrazená“ uvedeny brambory, ve skupině „Olejnata semena, olejnaté plody“ jsou uvedena slunečnicová semena, semena řepky a hořčice a sojové boby; ve skupině „Obiloviny“ pšenice, ječmen a kukuřice.

Obsahy HCH, HCB, DDT upravuje příloha II Nařízení č. 149/2008. Obsah PCB v potravinách upravuje Nařízení č. 1881/2006. Nařízení č. 1881/2006 hodnotí obsahy PCB jako „sumu dioxinů a PCB s dioxinovým efektem“ a vypočtenou hodnotu vztahuje na obsah tuku v potravinách, přičemž v příloze jsou uvedeny v podstatě pouze potraviny živočišného původu, výjimkou jsou „rostlinné oleje a tuky“.

Maximální obsahy organochlorových sloučenin v **produktech ke krmení** jsou stanoveny v příloze I Nařízení č. 574/2001, obsahy PCB bez dioxinového efektu v příloze Nařízení č. 277/2012.

V žádném z odebraných vzorků nebyla překročena limitní hodnota stanovená výše uvedenými právními předpisy.

Vzájemné vztahy mezi obsahy POPs v rostlině a půdě

Všechna data společně

Při studiu vzájemných vztahů mezi obsahy POPs v půdě a pěstovaných plodinách byla data nejprve podrobena korelační analýze. Z výsledků vyplynulo, že obsah DDE v rostlině koreluje s obsahem DDT ($r = 0,33$) a DDE ($r = 0,36$) v půdě. Obsah HCB v půdě koreluje s obsahem DDD ($r = 0,52$) v rostlině. Obsah kongeneru 52-PCB v rostlině koreluje s obsahem HCH ($r = 0,34$) v půdě.

Vzájemné vztahy mezi sledovanými parametry se částečně vyprofilovaly prostřednictvím analýzy hlavních komponent (PCA). Na obrázku 2a je vidět zřetelné oddělení půdních (levá strana grafu) a „rostlinných“ parametrů (dolní část grafu). Na rozdíl od loňského roku nedošlo k jasnému rozdělení vzorků na zrno (generativní orgány) a nať (vegetativní orgány) (obr. 2b).

V tomto případě je první komponenta tvořena výhradně půdními charakteristikami, tzn. že soubor lze nejlépe popsat především prostřednictvím půdních vlastností (obsah PCB, DDD v půdě, CEC, pH, zrnitost půdy). S první komponentou korelují také zeměpisné souřadnice, a to negativně proměnná $-Y$ (zeměpisná orientace $Z \rightarrow V$) a pozitivně proměnná $-X$ (zeměpisnou orientace $J \rightarrow S$). Z toho lze odvodit, že vyšší obsahy PCB v půdě se vyskytují na JV republiky (viz příloha 3).

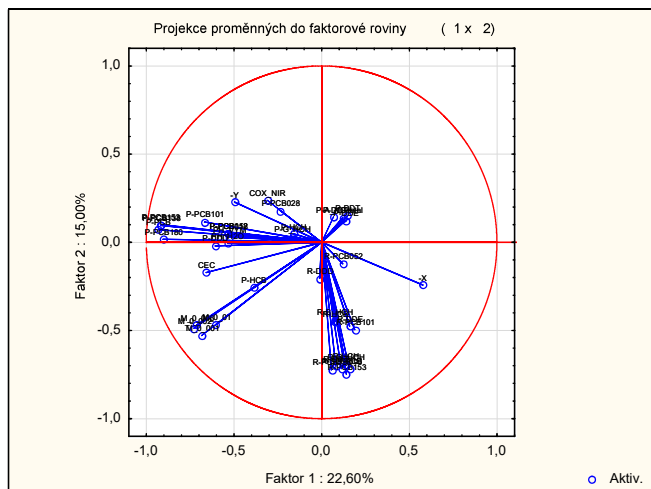
S druhou hlavní komponentou negativně koreluje obsah PCB, DDT a HCH v rostlině. Z projekce případů do faktorové roviny vyplynulo, že vyšší obsah PCB, DDT a HCH byl zjištěn v semeni řepky a v ječné slámě.

Třetí hlavní komponenta je komponentou látek DDT v půdě (negativní korelace).

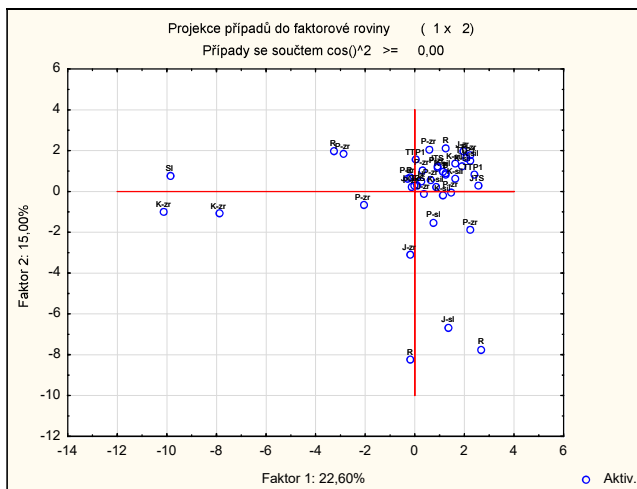
Se čtvrtou hlavní komponentou negativně koreluje obsah β -HCH a HCB v rostlině. Vyšší obsah těchto látek byl zjištěn v ječné slámě.

Obr. 2 Projekce proměnných (a) a případů (b) do faktorové roviny (1. a 2. komponenta) – všechna data společně

(a)

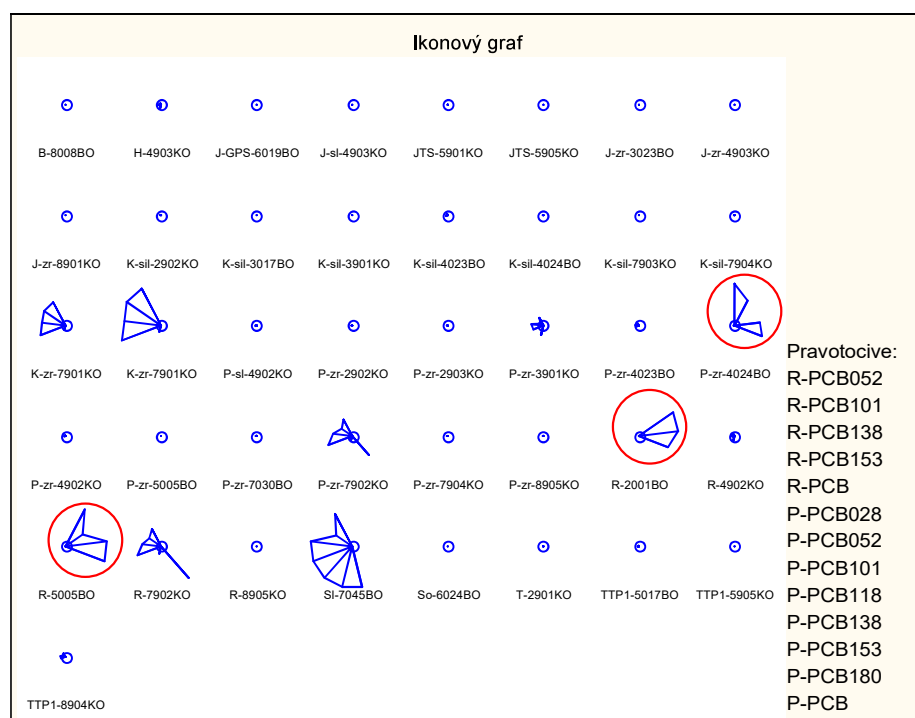


(b)



Pro rychlé vytipování vzorků s vyššími obsahy sledovaných látek lépe než PCA poslouží tzv. ikonové grafy. V každém z následujících grafů je zahrnuto tolik proměnných, kolik je uvedeno v legendě. Každá ikona se čte po směru hodinových ručiček – např. v ikonovém grafu na obrázku 3 jsou v pravé části obsahy PCB v plodinách (R-PCB) a v levé části obsahy PCB v půdě (P-PCB).

Z ikonového grafu na obrázku 3 je zřejmé, že vyšší obsah PCB v rostlině byl zjištěn v zrna pšenice na ploše 4024BO, v semeni řepky na ploše 2001BO a 5005BO. Vyšší obsah PCB na jmenovaných lokalitách byl zjištěn pouze v rostlině, ale ne v půdě (v případě obou řepek jsou v půdě nálezy pod limitem stanovitelnosti).

Obr. 3 Ikonový graf – obsah jednotlivých kongenerů PCB v půdě a rostlině


Asi na polovině ploch (obr. 4) se obsah DDT v rostlině nebo v půdě výrazně neliší. Vyšší obsah DDT byl zjištěn v zrně ječmene na ploše 3023BO (obsah v zrně vyšší než obsah v půdě, suma látek DDT < 10 ppb), v pšeničné slámě na ploše 4902KO (v tomto souboru nejvyšší obsahy v půdě), v semeni řepky na ploše 2001BO (v půdě podlimitní obsahy, suma látek DDT < 10 ppb) a na ploše 5005BO (v půdě obsahy nadlimitní).

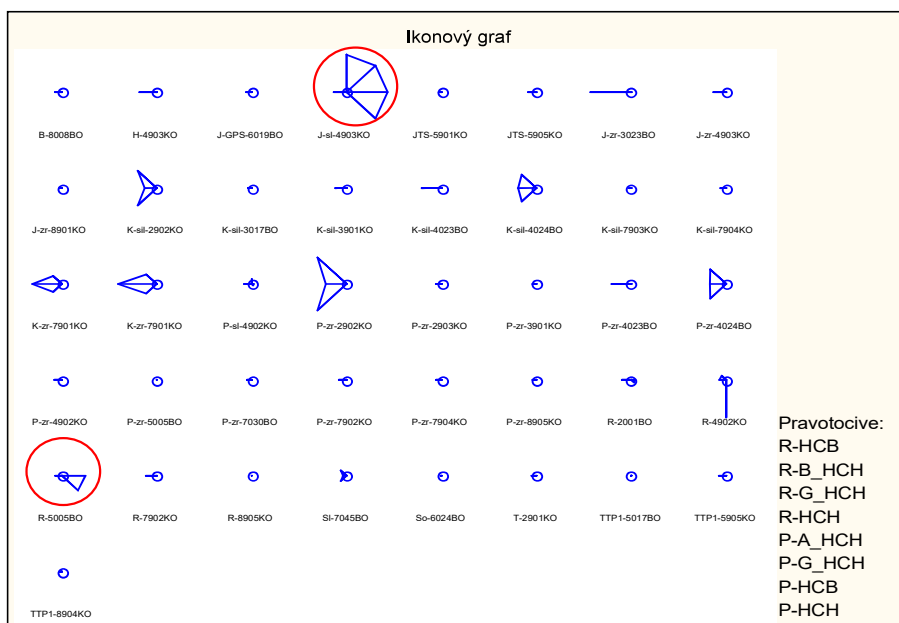
Obr. 4 Ikonový graf – obsah látek skupiny DDT v půdě a rostlině



Vyšší obsah HCH v rostlině (obr. 5) byl zjištěn v ječné slámě na ploše 4903KO a v semeni řepky na ploše 5005BO. V obou případech jsou obsahy jednotlivých izomerů HCH v půdě pod limitem stanovitelnosti.

Z uvedených ikonových grafů vyplývá, že zvýšené obsahy sledovaných látek lze očekávat především v obilné slámě a řepce a jen výjimečně v obilném zrně.

Obr. 5 Ikonový graf – obsah vybraných organochlorových pesticidů v půdě a rostlině

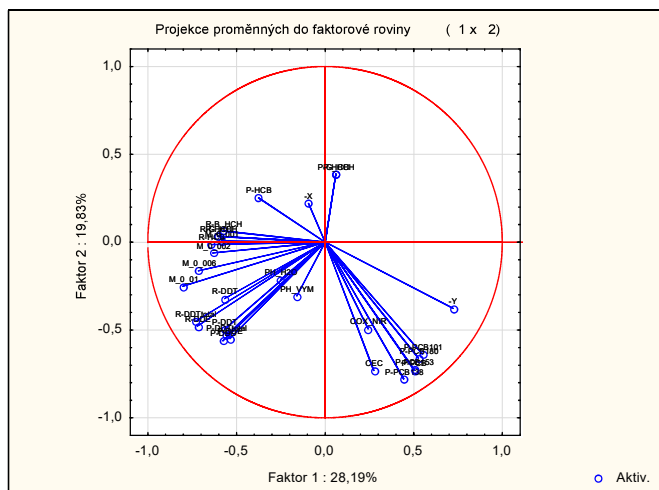


Z výsledků korelační analýzy vyplynulo, že obsah DDE v rostlině koreluje s obsahem látek skupiny DDT v půdě (DDT ($r = 0,89$), DDD ($r = 0,87$) a DDE ($r = 0,84$)), i se zrnitostním složením půdy (částice menší než 0,01 mm, $r = 0,65$). Dále že obsah DDT v rostlině koreluje s obsahem DDE v půdě ($r = 0,52$) a obsah HCB a HCH v rostlině koreluje se zrnitostním složením půdy (částice menší než 0,001 mm, $r = 0,56$; částice menší než 0,002 mm, $r = 0,52$). Tyto korelace byly následně potvrzeny analýzou hlavních komponent.

Druhá hlavní komponenta je komponentou půdní a negativně s ní koreluje obsah PCB v půdě a hodnoty CEC. S těmito proměnnými koreluje proměnná $-Y$, což znamená, že vyšší obsahy PCB v půdě se vyskytují na východě republiky.

Čtvrtá hlavní komponenta je komponentou pH (pozitivní korelace)

(a)



Projekce případů do faktorové roviny (1×2)
Případy se součtem $\cos^2 \geq 0,00$

Faktor 2: 19,63%

Faktor 1: 28,19%

○ Aktiv

A) Krmivo - kukuřice na siláž

V průběhu uvedeného období bylo odebráno 7 vzorků kukuřice na siláž a tyto vzorky byly vyhodnoceny i samostatně. Nejprve byly podrobeny korelační analýze. I přesto, že na hladině významnosti $p < 0,05$ nebyly zjištěny žádné významné závislosti mezi sledovanými parametry v rostlině a v půdě, bylo přistoupeno k analýze hlavních komponent.

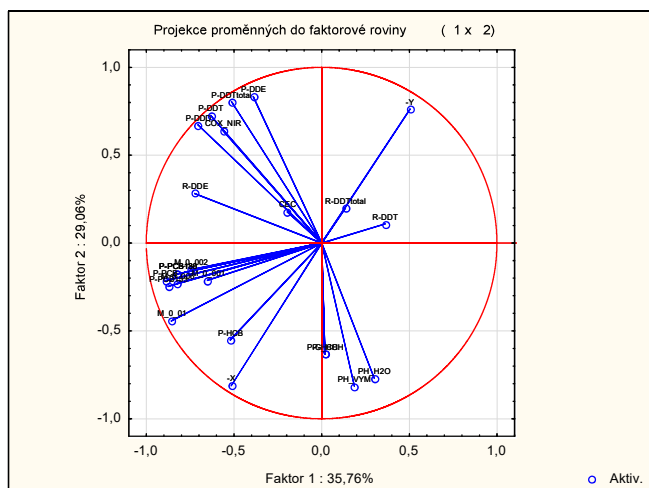
Analýza hlavních komponent poukázala na skutečnost, že lokality, z nichž byly odebrány vzorky kukuřice na siláž, lze popsat především pomocí „půdních“ charakteristik.

První hlavní komponenta (obr. 7a) je komponentou obsahu PCB a DDD v půdě, zrnitosti půdy a obsahu DDE v kukuřici (negativní korelace). S druhou hlavní komponentou koreluje negativně obsah HCH a HCB v půdě, pH půdy a proměnná $-X$ (zeměpisná orientace $J \rightarrow S$), pozitivně obsah DDE a DDT v půdě, Cox a proměnná $-Y$ (zeměpisná orientace $Z \rightarrow V$). Mezi obsahem Cox a DDT, DDD a DDE v půdě je vysoce pozitivní korelace.

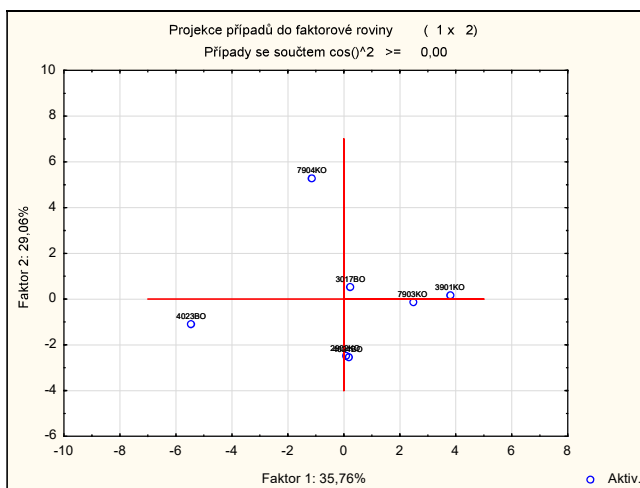
S třetí hlavní komponentou pozitivně koreluje obsah DDT v rostlině a CEC v půdě.

Obr. 7 Projekce proměnných (a) a případů (b) do faktorové roviny (1. a 2. komponenta) – kukuřice na siláž

(a)



(b)



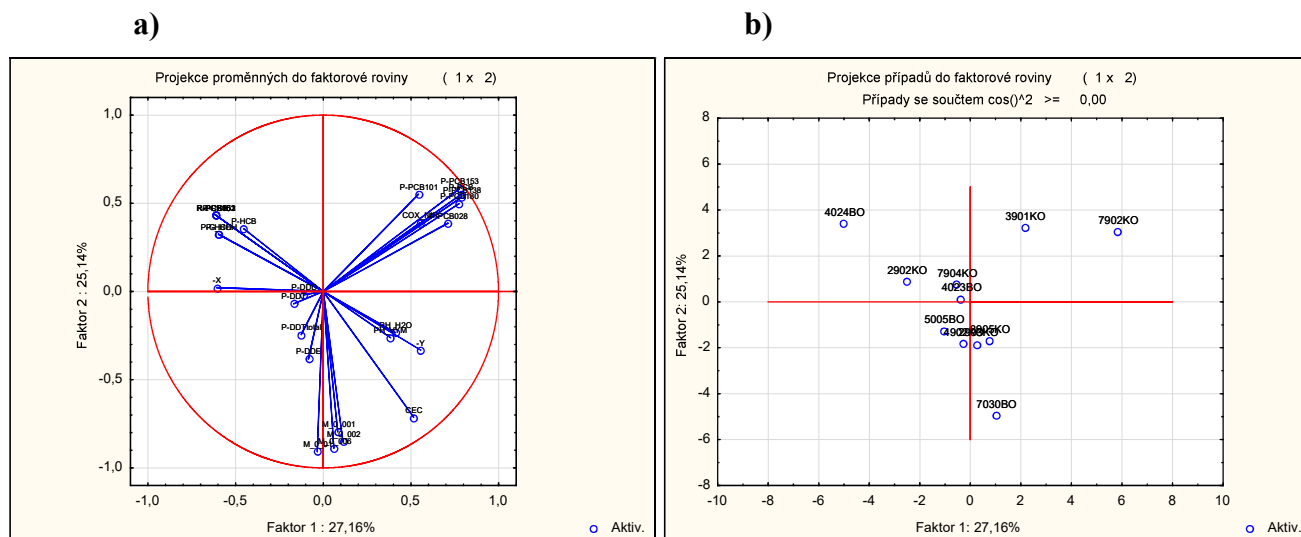
B) Potraviny - zrna pšenice

Z odebraných 44 vzorků bylo celkem 13 vzorků pšeničného zrna, z toho 11 vzorků bylo zahrnuto do analýzy. Korelační analýzou nebyly zjištěny žádné významné závislosti mezi sledovanými parametry v rostlině a v půdě.

PCA analýza: první hlavní komponenta (obr. 9a) je komponentou PCB a zeměpisných souřadnic. Pozitivně s ní koreluje obsah PCB a Cox v půdě a proměnná $-Y$ (zeměpisná orientace $Z \rightarrow V$); negativně obsah PCB v rostlině a obsah γ -HCH v půdě a proměnná $-X$ (zeměpisná orientace $J \rightarrow S$). Tudíž vyšší obsah PCB v půdě je zejména na JV sledovaného území. Vyšší obsah PCB v rostlině byl zjištěn na SZ sledovaného území. Obsah PCB v půdě tedy není příčinou vyššího obsahu PCB v zrna pšenice. Mezi obsahem PCB v rostlině a obsahem HCH v půdě je vysoce pozitivní korelace.

Druhá hlavní komponenta je komponentou „půdní“. Negativně s ní koreluje hodnota CEC a zrnitost půdy. Půdní parametry korelují také s třetí hlavní komponentou a to obsah DDE, DDD a DDT v půdě (pozitivní korelace).

Obr. 9 Projekce proměnných (a) a případů (b) do faktorové roviny (1. a 2. komponenta) – zrna pšenice



Shrnutí

V letech 2010 až 2012 bylo odebráno 44 vzorků zemědělských plodin a stejný počet vzorků půdních. V prvních dvou letech probíhaly odběry na 14 monitorovacích plochách s trvale vysokými obsahy organických polutantů. Při statistickém hodnocení dat z let 2010 a 2011 se projevil nežádoucí vliv opakovaného vzorkování na stejných plochách a proto bylo přistoupeno ke změně metodiky - v roce 2012 bylo ke vzorkování vybráno 14 dosud neovzorkovaných ploch.

Obsahy POPs v rostlinných vzorcích byly ve většině případů pod mezí stanovitelnosti (LOQ = 0,5 ppb). Obsah sledované látky vyšší než LOQ byl nalezen pouze u 14 vzorků. Nejčastěji se jednalo o nálezy látek ze skupiny DDT (12 vzorků). Zarážející je relativně vysoký obsah γ -HCH detekovaný ve vzorcích řepkového semene (2010) a ječné slámy (2011).

Obsahy látek stanovené v odebraných vzorcích nepřekročily limitní hodnoty legislativně stanovené pro potraviny a krmiva.

Vzájemné vztahy mezi obsahy POPs v rostlině a půdě byly studovány prostřednictvím korelační analýzy a analýzy hlavních komponent (PCA). Nepotvrdil se závěr z loňského roku – a to, že i když jsou půdy zatížené POPs, generativní orgány (zrno, semeno) budou zatížené zanedbatelně ve srovnání s vegetativními orgány (sláma, nať, TTP).

Uvedený soubor dat je vhodnější popisovat za pomoci „půdních“ parametrů, ať už se jedná o obsahy POPs v půdě, nebo o pedochemické charakteristiky. Velmi často se objevuje korelační vztah mezi obsahem PCB v půdě a zeměpisnými souřadnicemi a odkazuje na jihovýchodní část ČR. Z této oblasti pocházejí půdní vzorky s mnohonásobně vyššími obsahy PCB v půdě, než je tomu u ostatních vzorků.

Silné korelace mezi obsahem POPs v půdě a rostlině byly prokázány pouze při hodnocení části souboru, a to krmiv (kukuřice na siláž, pšeničná sláma, ječná sláma, TTP1, JTS, ječmen-GPS). Jednalo se o látky skupiny DDT.

Jak podle analýzy hlavních komponent, tak podle ikonových grafů jsou nejvyšší obsahy POPs nalézány v obilné slámě a řepce.

Právní předpisy

Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 396/2005 ze dne 23. února 2005, o maximálních limitech reziduí pesticidů v potravinách a krmivech rostlinného původu a na jejich povrchu a o změně směrnice Rady 91/414/EHS v platném znění

Nařízení komise (ES) č. 149/2008 ze dne 29. ledna 2008, kterým se mění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 386/2005 vytvořením příloh II, III a IV, které stanoví maximální limity reziduí u produktů uvedených v příloze I uvedeného nařízení

Nařízení komise (EU) č. 574/2011 ze dne 16. června 2011, kterým se mění příloha I směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/32/ES, pokud jde o maximální limity dusitanů, melaminu, *Ambrosia* spp. a o křížovou kontaminaci určitými kokcidiostatiky a histomonostatiky, a kterým se konsolidují přílohy I a II uvedené směrnice

Nařízení komise (EU) č. 277/2012 ze dne 28. března 2012, kterým se mění přílohy I a II směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/32/ES, pokud jde o maximální obsahy a akční prahy dioxinů a polychlorovaných bifenylů

Nařízení komise (ES) č. 1881/2006 ze dne 19. prosince 2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách

Příloha 1. Obsahy sledovaných POPs v adekvátních půdních vzorcích BMP (žlutě vyznačeny nadlimitní hodnoty pro sumu 7 kongenerů PCB, sumu 4 izomerů HCH A látky skupiny DDT - suma o'p'-a'p'-izomerů; červeným písmem zvýrazněna nadlimitní hodnota pro sumu všech izomerů DDT-DDTtot)

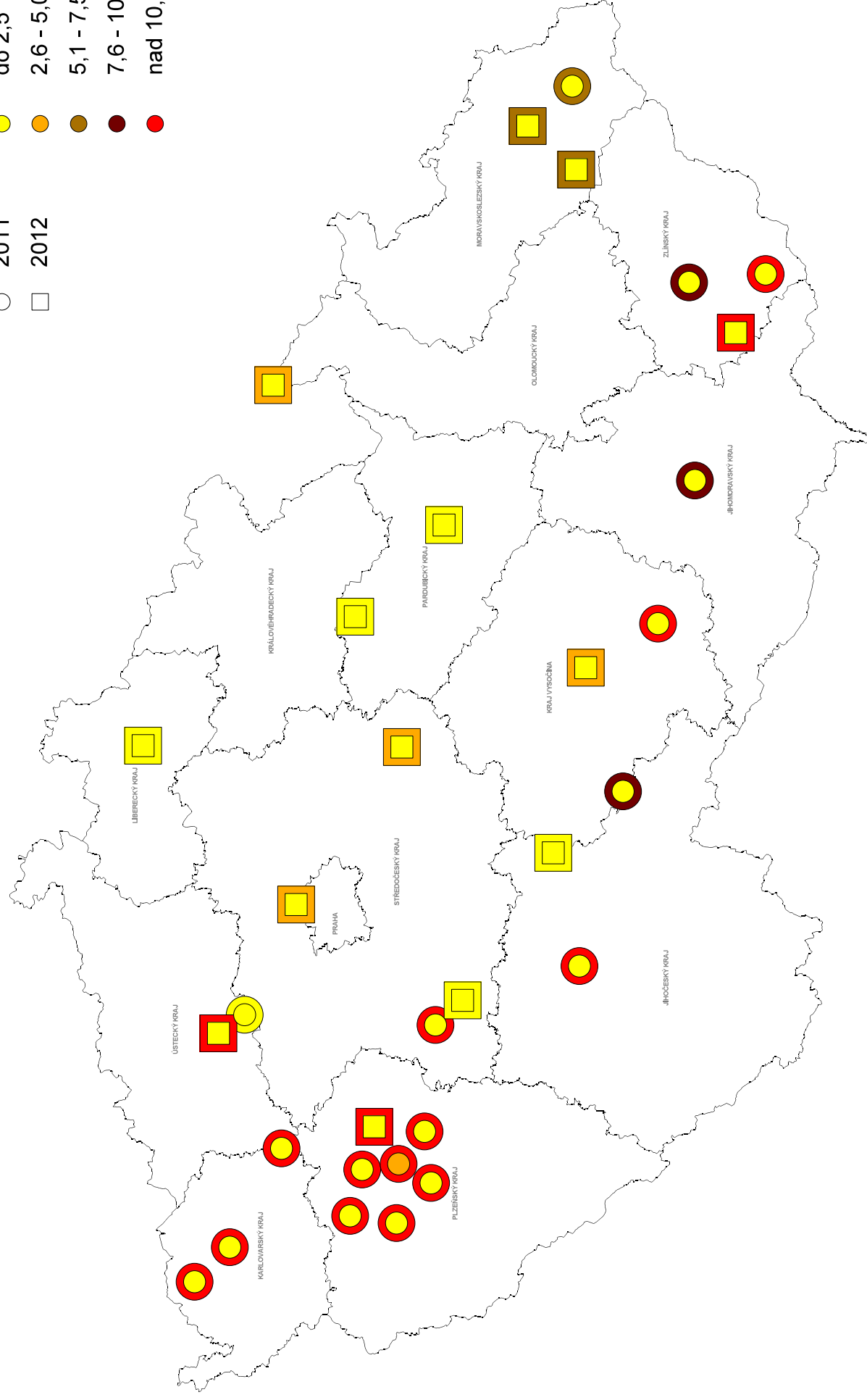
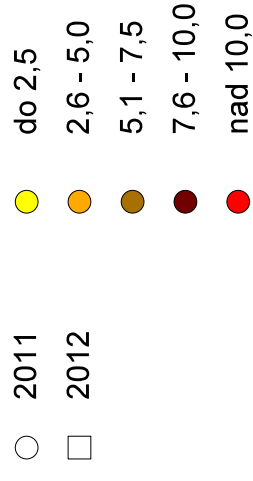
Rok odběru	Kód plochy	Obsah vybraných kongenerů PCB (µg.kg ⁻¹ suš.)								Obsah organochlorových pesticidů (µg.kg ⁻¹ suš.)									
		28	52	101	118	138	153	180	HCH	HCB	o,p-DDT	p,p-DDT	o,p-DDE	p,p-DDE	o,p-DDD	p,p-DDD	DDTtot		
2010	2902KO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,68	<0,5	2,23	6,40	2,75	21,4	<0,5	23,8	<0,5	0,88	49,3		
2010	3901KO	<0,5	<0,5	1,40	<0,5	3,51	5,50	2,43	1,00	2,22	1,84	10,4	<0,5	11,8	<0,5	<0,5	24,8		
2010	4023BO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,11	1,77	1,24	1,00	10,4	6,99	55,7	0,56	52,8	<0,5	1,53	118		
2010	4902KO	<0,5	<0,5	0,77	<0,5	0,88	1,54	0,65	1,29	3,85	43,6	369	5,25	290	3,11	11,3	722		
2010	4903KO	<0,5	<0,5	0,65	<0,5	0,65	1,34	0,58	1,00	9,15	3,70	43,8	<0,5	30,9	<0,5	1,16	80,1		
2010	4904KO	<0,5	<0,5	0,74	<0,5	1,22	1,97	1,16	1,29	21,8	3,49	19,1	<0,5	11,1	0,65	1,34	35,9		
2010	5005BO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	3,62	3,87	23,9	<0,5	16,1	<0,5	<0,5	44,6		
2010	5905KO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	4,51	6,27	70,1	<0,5	45,2	<0,5	1,46	124		
2010	7901KO	<0,5	<0,5	0,77	<0,5	8,39	10,50	17,10	1,56	15,4	1,44	25,9	0,73	8,24	7,23	19,8	63,3		
2010	7902KO	0,51	<0,5	0,75	<0,5	8,04	8,61	8,53	1,00	4,23	3,00	44,1	<0,5	26,2	0,98	2,97	77,5		
2010	7904KO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,56	<0,5	1,00	2,95	20,5	90,1	1,17	127	0,57	0,99	240		
2010	8905KO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	10,3	<0,5	1,03	<0,5	<0,5	12,3		
2011	2902KO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,54	<0,5	2,88	10,9	7,28	142	0,59	107	0,71	3,95	262		
2011	3017BO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	2,07	4,33	36,5	<0,5	95,0	0,58	1,96	139		
2011	3901KO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	5,94	0,67	4,35	<0,5	7,83	<0,5	<0,5	13,6		
2011	4023BO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,87	0,95	0,76	1,00	10,4	7,10	68,8	0,55	51,4	0,5	2,65	131		
2011	4024BO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,50	<0,5	1,95	9,72	4,68	22,9	<0,5	14,3	<0,5	0,78	43,2		
2011	4902KO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,60	0,75	<0,5	1,00	4,01	37,6	205	4,82	291	2,91	8,45	550		
2011	4902KO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,60	0,75	<0,5	1,00	4,01	37,6	205	4,82	291	2,91	8,45	550		
2011	4903KO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	6,82	2,26	31,1	<0,5	20,6	<0,5	1,04	55,5		
2011	4903KO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	6,82	2,26	31,1	<0,5	20,6	<0,5	1,04	55,5		
2011	4904KO	<0,5	<0,5	0,55	<0,5	1,68	1,96	1,58	1,00	22,1	3,18	18,0	<0,5	12,4	<0,5	1,11	35,2		
2011	4904KO	<0,5	<0,5	0,55	<0,5	1,68	1,96	1,58	1,00	22,1	3,18	18,0	<0,5	12,4	<0,5	1,11	35,2		
2011	5005BO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50		
2011	5905KO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	4,00	4,03	49,5	<0,5	35,3	<0,5	2,36	91,7		
2011	7030BO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,57	<0,5	1,00	2,61	6,57	31,0	0,78	150	<0,5	1,73	190		
2011	7901KO	<0,5	<0,5	1,04	<0,5	13,00	16,30	27,40	1,68	20,1	1,13	16,4	0,69	7,07	7,28	21,3	53,9		
2011	7902KO	0,68	<0,5	1,15	<0,5	7,89	8,43	9,56	1,00	5,81	1,70	21,0	<0,5	8,73	0,64	2,21	34,5		
2011	7904KO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,51	<0,5	1,00	3,21	24,2	114	1,56	164	1,16	3,15	308		
2011	8905KO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,50	<0,5	1,00	2,18	<0,5	9,83	<0,5	4,96	<0,5	<0,5	15,8		
2012	2001BO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	5,02	0,62	5,48	<0,5	3,13	<0,5	0,67	10,4		
2012	2901KO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,58	<0,5	1,00	2,68	0,93	1,45	<0,5	1,92	<0,5	<0,5	5,05		
2012	2903KO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,53	0,64	<0,5	1,00	3,03	<0,55	3,74	<0,5	3,09	<0,5	0,76	8,35		
2012	3023BO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	21,3	<0,5	1,11	<0,5	1,91	<0,5	<0,5	4,02		
2012	4024BO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,52	0,65	<0,5	2,04	8,65	4,84	24,1	<0,5	16,2	<0,58	3,44	49,1		
2012	5017BO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,60	0,75	<0,5	1,00	<0,54	<0,5	1,13	<0,5	0,79	<0,5	<0,5	2,92		
2012	5901KO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,57	<0,5	1,00	1,54	1,99	15,5	<0,5	13,2	<0,5	1,24	32,4		
2012	6019BO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	3,09	<0,5	2,34	<0,5	1,20	<0,5	<0,5	4,54		
2012	6024BO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	0,64	<0,5	2,54	<0,5	2,18	<0,5	<0,5	5,72		
2012	7045BO	<0,5	<0,52	5,36	149	12,90	18,40	12,80	1,38	1,98	0,79	10,1	<0,5	11,6	<0,5	1,45	24,4		
2012	7903KO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	1,25	0,72	3,58	<0,5	4,50	<0,5	<0,5	9,55		
2012	8008BO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	3,82	0,85	11,6	<0,5	7,18	<0,5	1,10	21,2		
2012	8901KO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	1,39	<0,5	1,21	<0,5	2,61	<0,5	<0,5	4,82		
2012	8904KO	<0,5	<0,5	<0,53	<0,5	1,64	2,46	2,04	1,00	1,31	0,78	6,72	<0,5	6,73	<0,5	<0,5	15,0		

Příloha 2. Obsahy sledovaných POPs ve vzorcích plodin pěstovaných na plochách BMP v letech 2010 - 2012 (žlutě jsou vyznačeny hodnoty nad mezí stanovitelnosti)

Rok odběru	Kód plochy	Plodina	Obsah vybraných kongenerů PCB ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ suš.)							Obsah organochlorových pesticidů ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ suš.)						
			28	52	101	118	138	153	180	HCH	HCB	o,p-DDT	p,p-DDT	o,p-DDD	p,p-DDD	DDTtot
2010	2902KO	kukuřice na siláž	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2010	3901KO	pšenice zrn	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2010	4023BO	pšenice zrn	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2010	4902KO	řepka semeno	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2010	4903KO	hořčice	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2010	4904KO	TTP 2.seč	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2010	5005BO	řepka semeno	<0,5	<0,5	125	<0,5	0,65	1,51	<0,5	5,60	<0,5	1,18	142	<0,5	0,58	3,93
2010	5905KO	jetelotrávní směs	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,13	2,38
2010	7901KO	kukuřice na zrn	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2010	7902KO	pšenice zrn	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2010	7904KO	pšenice zrn	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2010	8905KO	řepka semeno	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2011	2902KO	pšenice zrn	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2011	3017BO	kukuřice na siláž	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	226	<0,5	0,59	3,85
2011	3901KO	kukuřice na siláž	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	152	<0,5	<0,5	2,77
2011	4023BO	kukuřice na siláž	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,02
2011	4024BO	kukuřice na siláž	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,00
2011	4902KO	pšenice sláma	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	142	0,53	0,52	175	<0,5	2,44	5,46
2011	4902KO	pšenice zrn	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2011	4903KO	ječmen sláma	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	9,27	2,42	0,55	0,99	<0,5	0,98	3,27
2011	4903KO	ječmen zrn	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2011	4904KO	TTP 1.seč	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	0,51	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2011	4904KO	TTP 2.seč	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2011	5005BO	pšenice zrn	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2011	5905KO	TTP 1.seč	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2011	7030BO	pšenice zrn	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2011	7901KO	kukuřice na zrn	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2011	7902KO	řepka semeno	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2011	7904KO	kukuřice na siláž	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,77	2,02
2011	8905KO	pšenice zrn	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2012	2007BO	řepka semeno	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,04	1,44	<0,5	1,80	<0,5	1,27	386	<0,5	1,55	7,43
2012	2901KO	tritikale	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2012	2903KO	pšenice zrn	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2012	3023BO	ječmen zrn	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	452	<0,5	<0,5	6,96
2012	4024BO	pšenice zrn	<0,5	0,67	0,93	<0,5	<0,5	1,02	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2012	5017BO	TTP 1.seč	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2012	5901KO	jetelotrávní směs	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2012	6019BO	ječmen - GPS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2012	6024BO	soja	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2012	7045BO	slunečnice semeno)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2012	7903KO	kukuřice na siláž	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2012	8008BO	brambory	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2012	8901KO	ječmen zrn	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50
2012	8904KO	TTP 1.seč	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,50

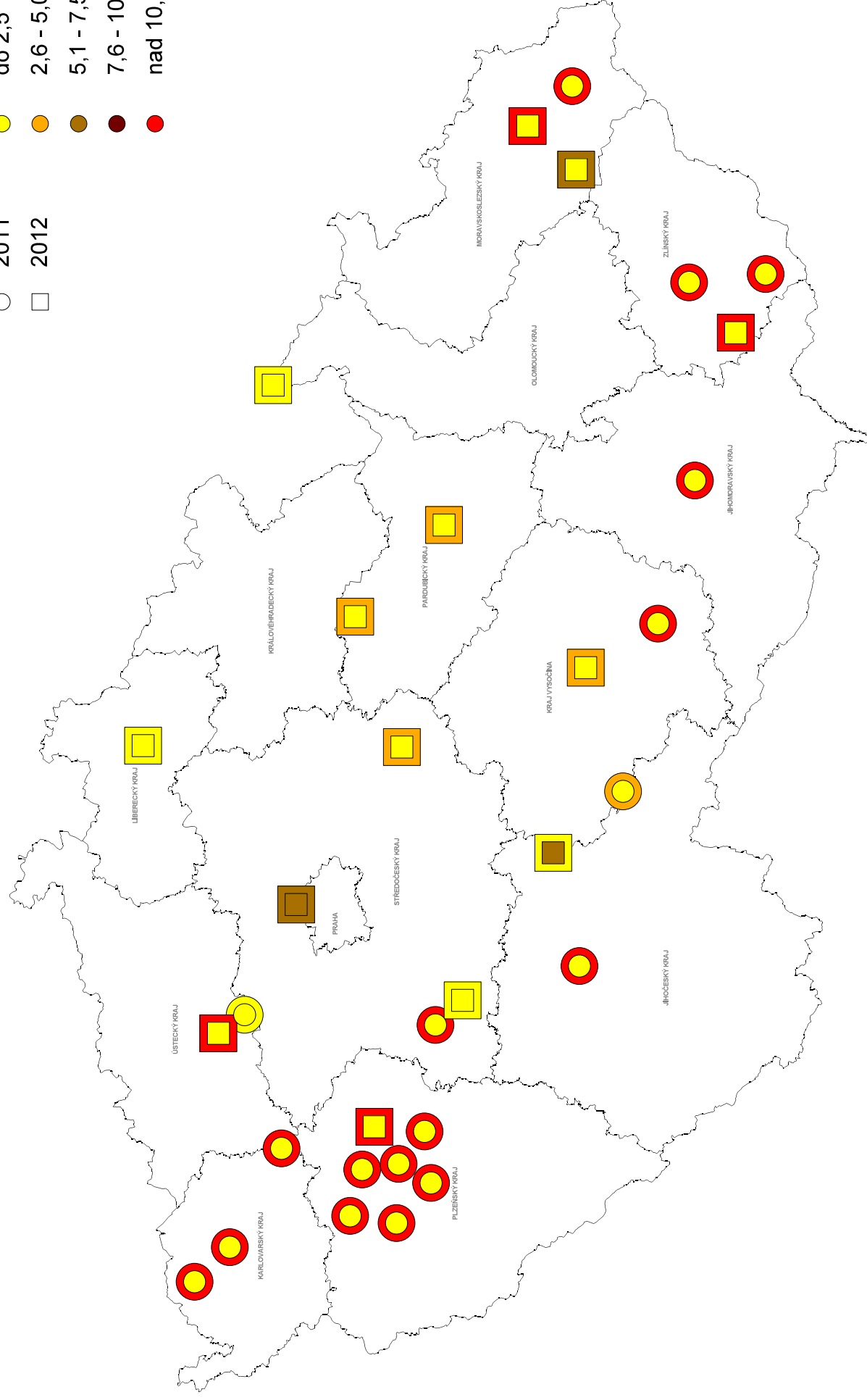
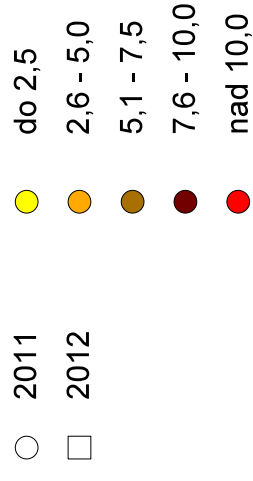
Příloha 3. Obsahy sledovaných POPs v rostlinných a půdních vzorcích (ppb; rok odběru 2011 - 2012)

Obsah DDE v rostlinách a v půdě (ppb)



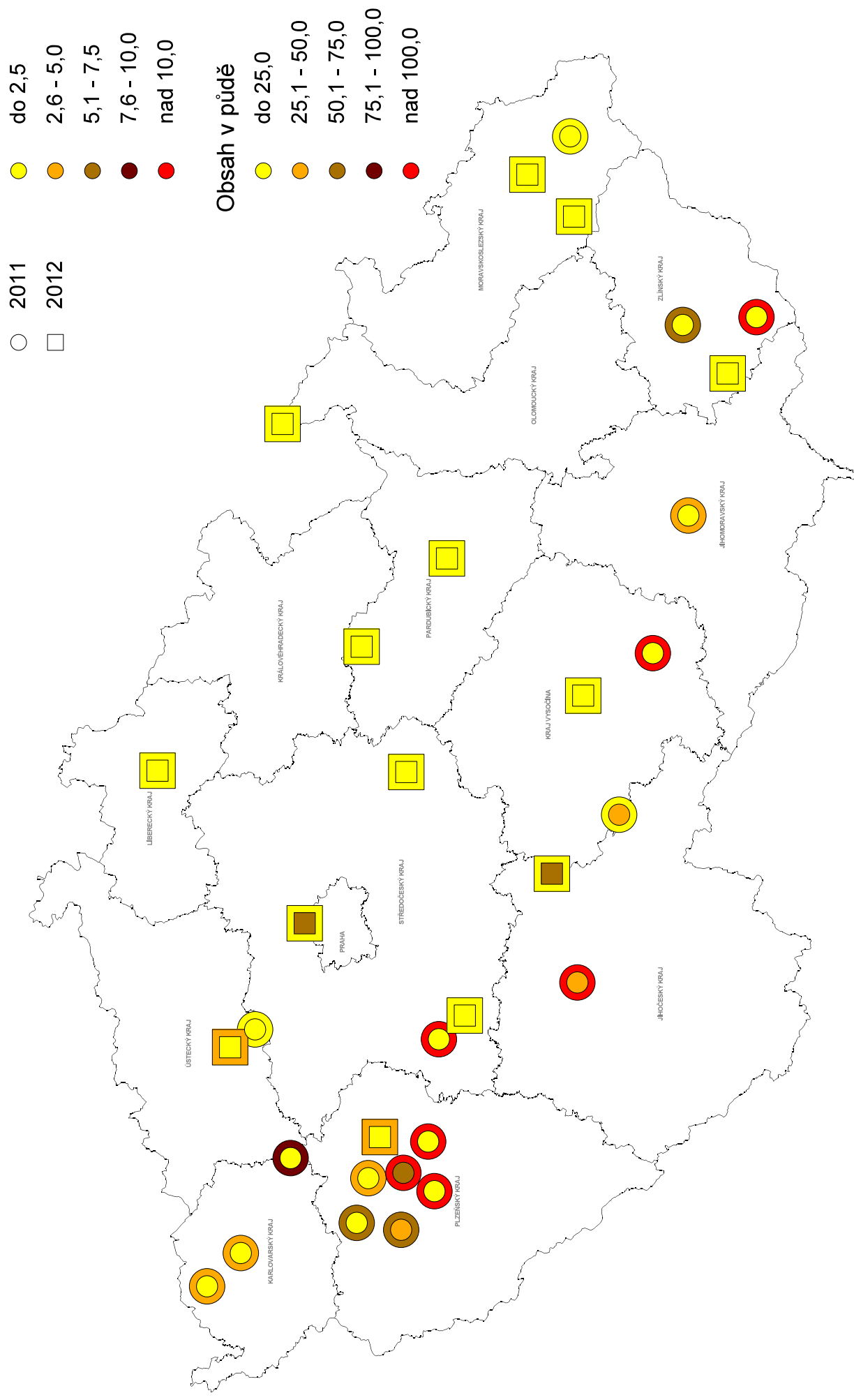
velký obrazec = půda, malý obrazec = rostlina

Obsah DDT v rostlinách a v půdě (ppb)



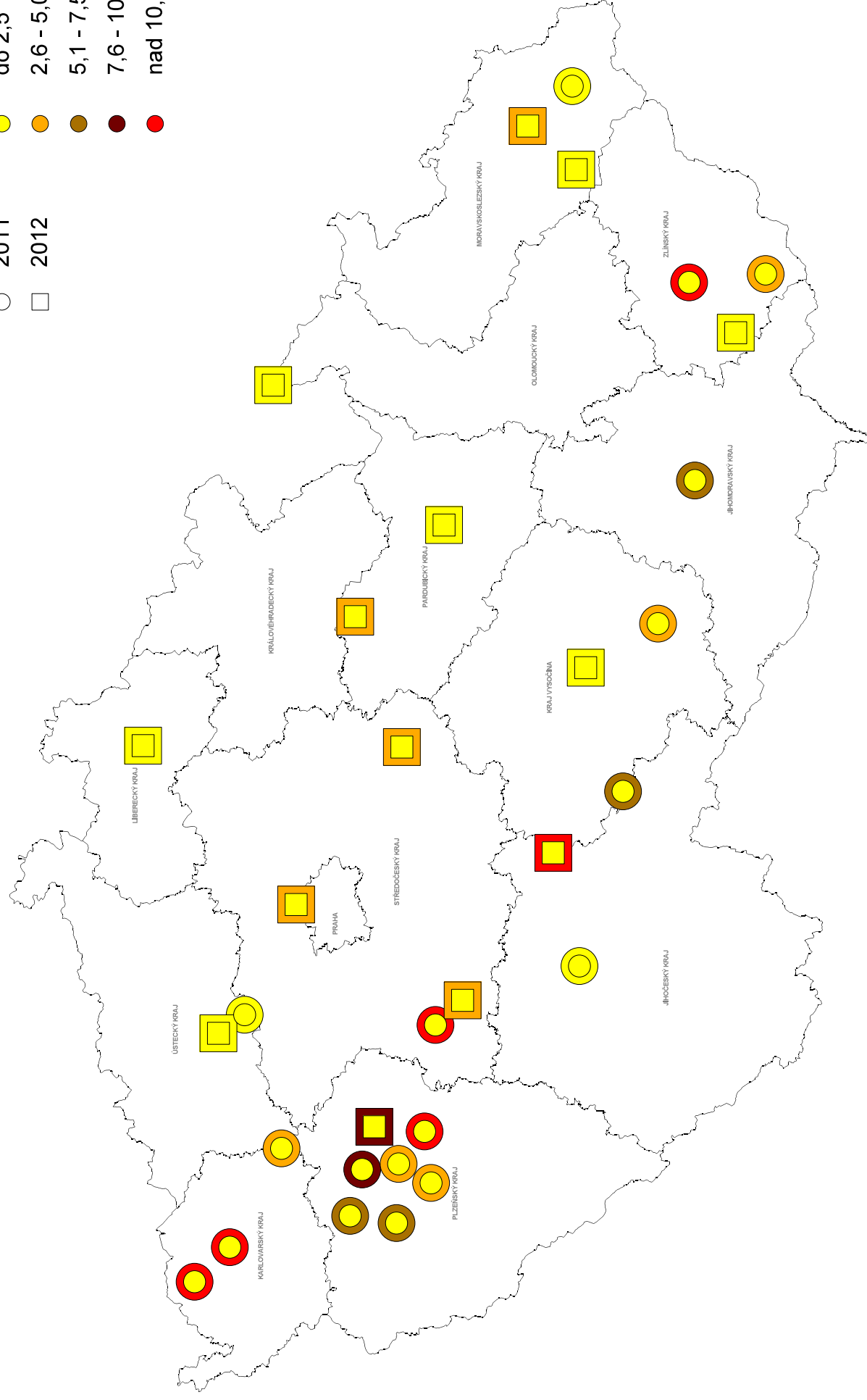
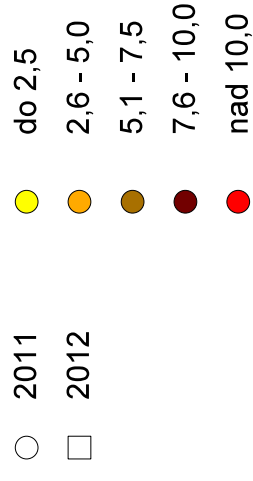
velký obrazec = půda, malý obrazec = rostlina

Obsah DDT-total v rostlinách a v půdě (ppb)



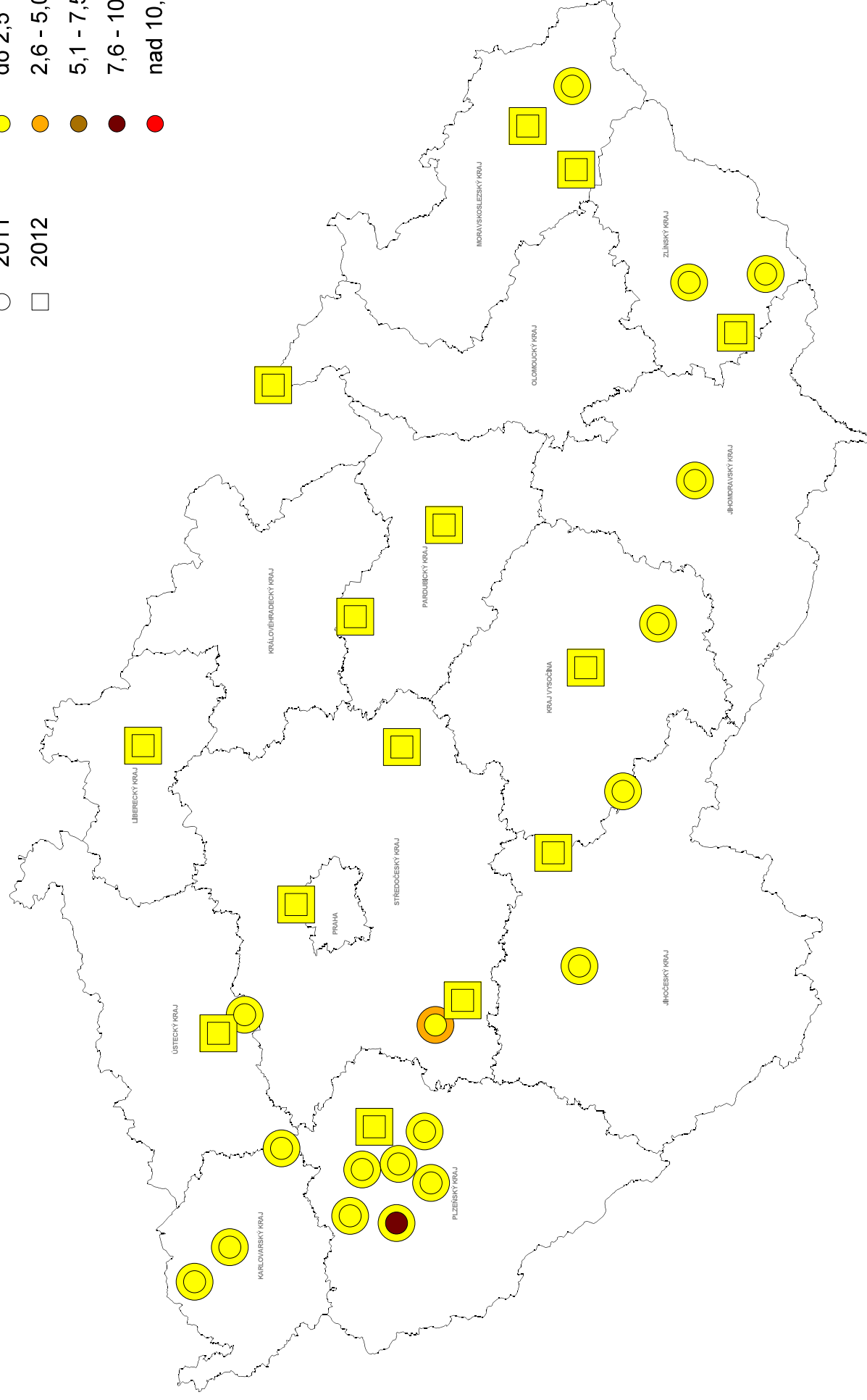
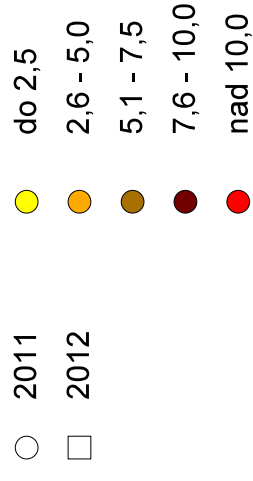
velký obrazec = půda, malý obrazec = rostlina

Obsah HCB v rostlinách a v půdě (ppb)



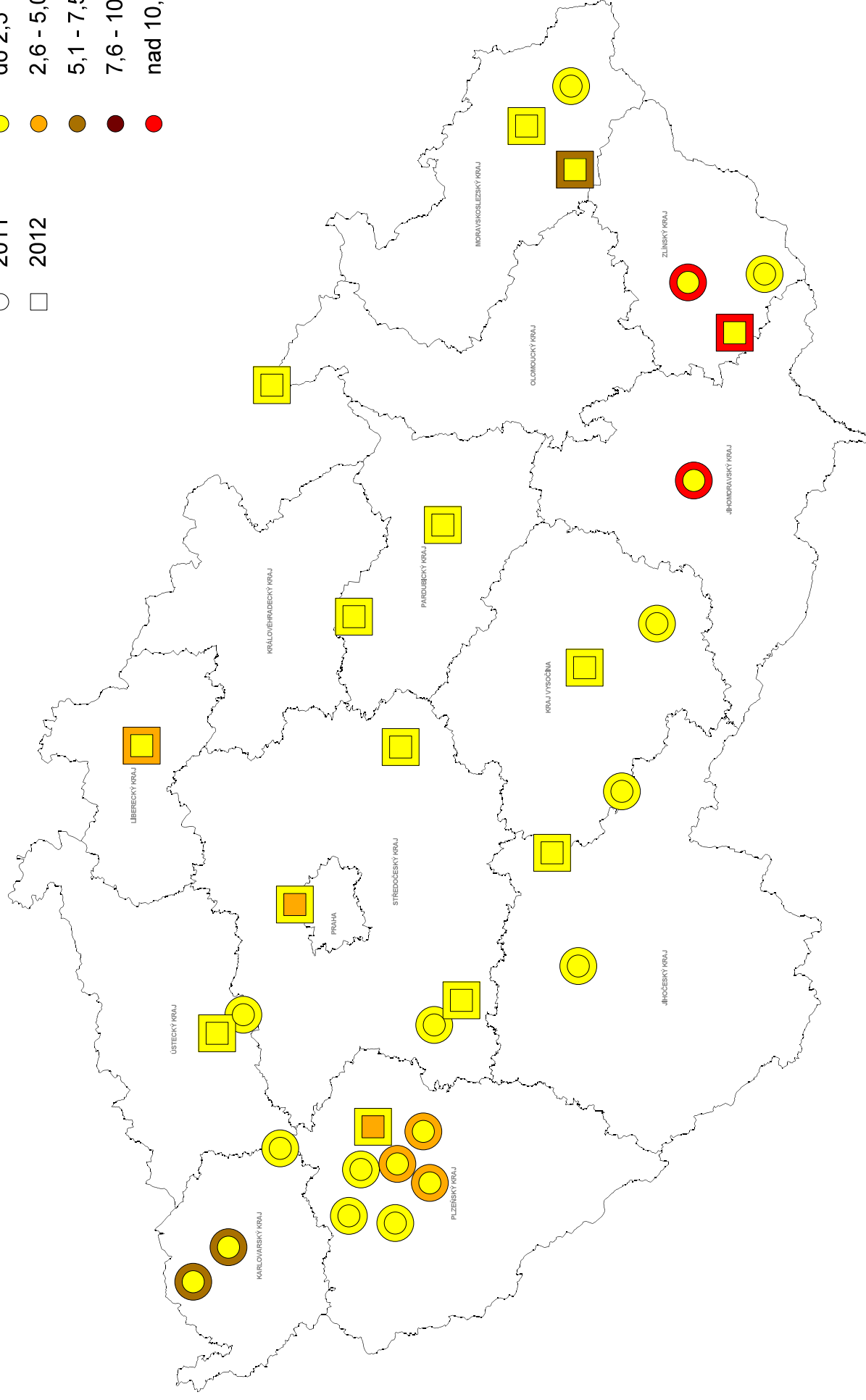
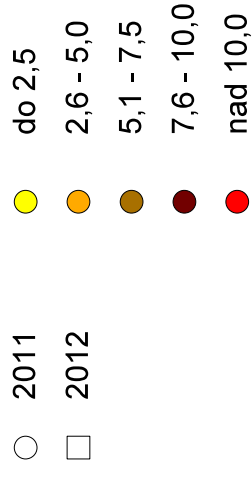
velký obrazec = půda, malý obrazec = rostlina

Obsah HCH v rostlinách a v půdě (ppb)



velký obrazec = půda, malý obrazec = rostlina

Obsah PCB v rostlinách a v půdě (ppb)



velký obrazec = půda, malý obrazec = rostlina