

**Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně**  
Sekce úřední kontroly



**ZÁVISLOST OBSAHŮ POPs V ROSTLINÁCH  
NA OBSAZÍCH POPs V PŮDĚ**

**Průběžná zpráva (2011 – 2012)**

**Zpracovala:** Mgr. Šárka Poláková, Ph.D.  
Ing. Dušan Reininger

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

Brno, duben 2012

## 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, estrogenní 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.

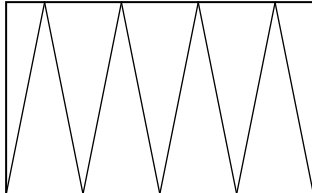
Za účelem získání informací o reálném transferu POPs do pěstovaných plodin bylo přistoupeno k dočasnému rozšíření monitoringu rostlin v rámci Bazálního monitoringu půd (BMP). Z celkem 40 monitorovacích ploch zaměřených na sledování POPs v půdě bylo na základě obsahů těchto látek vybráno 14 ploch s trvale zvýšenými obsahy organických polutantů, na kterých proběhly také odběry pěstovaných plodin zaměřené na stanovení vybraných POPs.

## Metodika

### 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.

### 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

Vzorky půd se odebíraly ze dvou horizontů, přičemž do statistického hodnocení byly použity pouze obsahy z orních/svrchních horizontů:

Orná půda - samostatný vzorek z ornice (označení vzorku – O; odebírání se podle mocnosti ornice, maximálně 0 - 25 cm) a podorničí (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 s nejužším hrotem (průměr 30 mm). 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 ošetřeny 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: ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ - izomery) HCH, HCB, o',p'- a p',p'-izomery DDT, DDE, DDD),

sušina

### **Vyhodnocení**

Zjištěné obsahy sledovaných látek byly posouzeny podle platných legislativních předpisů.

Numerické výsledky analýz byly podrobeny následujícímu statistickému zkoumání:

- Korelační a regresní analýza
- Analýza hlavních komponent (PCA –principal component analysis)

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).

Pro (statistické) zpracování byly použity programy MS Excel 2010 a StatSoft, Inc. (2011) STATISTICA, version 10.

Z analýz byly vypuštěny proměnné, které 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 byly vybrány na základě trvale vysokých obsahů organických polutantů v půdách. 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 každém půdním vzorku byl překročen limit minimálně u jednoho parametru (příloha 2).

### **Obsahy POPs v pěstovaných plodinách**

V letech 2010 a 2011 bylo odebráno celkem 30 vzorků rostlin (včetně 2 vzorků obilné slámy) z 15 monitorovacích ploch. V příloze 1 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 roce 2011 pěstována především pšenice (5x) a kukuřice na siláž (5x); z obilovin dále ječmen (1x) a kukuřice na zrna (1x) a řepka (1x). Na dvou plochách jsou trvalé travní porosty (TTP).

Proti roku 2010 lze pozorovat větší počet vzorků s obsahy POPs vyššími než je LOQ. Zatímco v roce 2010 byly „zvýšené“ obsahy POPs zjištěny pouze ve dvou vzorcích (řepka, jetelotravní směska), v roce 2011 to bylo v osmi vzorcích (kukuřice na siláž – 5x, TTP – 1x, obilná sláma – 2x). Nejčastěji jsou stanoveny látky skupiny DDT (p',p'-DDE, p',p'-DDT) a překvapivě  $\gamma$ -HCH. Ve vzorcích kukuřice byly detekovány látky skupiny DDT, ve vzorku TTP dva kongenery PCB. Ve slámě ječmene a pšenice byl kromě látek skupiny DDT a HCB zjištěn také  $\gamma$ -HCH v relativně vysoké koncentraci, ačkoli v půdě byl detekován pouze  $\alpha$ -izomer (a pouze na jedné ploše). V odpovídajících vzorcích zrna nebyly stanoveny žádné parametry vyšší než mez stanovitelnosti.

Maximální limity reziduí (MLR) pesticidů v **potravinách a krmivech** jsou ošetřeny následujícími legislativními předpisy: Nařízení č. 396/2005, Nařízení č. 149/2008 a Nařízení č. 459/2010. V příloze I Nařízení č. 396/2005 jsou ve skupině „Olejnatá semena“ uvedena semena řepky a hořčice; ve skupině „Obiloviny“ pšenice, ječmen a kukuřice. Obsahy HCH, HCB, DDT upravuje příloha II Nařízení č. 149/2008. Obsah polychlorovaných bifenylyů (PCB) v potravinách upravuje Nařízení č. 1881/2006 a vyhláška č. 305/2004 Sb. Nařízení č. 1881/2006 hodnotí obsahy PCB jako „sumu dioxinů a PCB s dioxinovým efektem“ a vypočtenou hodnotu vztahuje na obsahu tuku v potravinách, přičemž v příloze jsou uvedeny v podstatě pouze potraviny živočišného původu, výjimkou jsou „rostlinné oleje a tuky“. Vyhláška č. 305/2004 Sb. stanovuje NPM (nejvyšší přípustné množství) pro sumu 7 kongenerů PCB pro vybrané potraviny živočišného původu.

Maximální limity obsahu nežádoucích látek (rezidua sledovaných pesticidů, PCB) v **produktech ke krmení** jsou stanoveny v příloze č. 2 k vyhlášce č. 356/2008 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Maximální obsah PCB je stanoven jako „suma dioxinů a PCB s dioxinovým efektem“.

Všechny naměřené hodnoty obsahu **HCB** jsou nižší než limit stanovitelnosti s výjimkou dvou vzorků – pšeničné a ječné slámy. Limit pro krmiva nebyl překročen.

V odebraných vzorcích zemědělských plodin byly stanovovány 4 izomery HCH, přičemž nad hodnotou LOQ byly pouze tři vzorky – opět sláma (2x) a semeno řepky. Byly detekovány  $\beta$ - a  $\gamma$ -izomery, přičemž obsah  $\gamma$ -HCH v ječné slámě činil 8,23  $\mu\text{g}/\text{kg}$  suš., což je vysoké číslo, přihlédneme-li k nepřítomnosti těchto látek v půdě (na odpovídajících monitorovaných plochách) a k hodnotě přípustného znečištění půdy (10  $\mu\text{g}/\text{kg}$  suš.).

V případě potravin jsou rozlišovány limitní hodnoty **HCH** pro „sumu izomerů s výjimkou  $\gamma$ -izomeru“, pro „ $\gamma$ -izomer“, „ $\alpha$ -izomer“ a pro „ $\beta$ -izomer“. Hodnota maximálního limitu reziduí (MLR) pro olejnatá semena nebyla překročena. Maximální limity obsahu,  $\alpha$ -  $\beta$ - a  $\gamma$ -izomerů HCH v produktech ke krmení (ve slámě) nebyly překročeny.

**Z látek skupiny DDT** byly detekovány zvýšené (vyšší než LOQ) obsahy u parametrů  $p'p'$ -DDE,  $p'p'$ -DDT a  $o'p'$ -DDT a to u těchto vzorků: řepky (1x), jetelotravní směsky (1x), TTP (1x), slámy (2x) a kukuřice na siláž (5x).

**DDT** v potravinách je hodnoceno jako „suma  $p'p'$ -DDT,  $o'p'$ -DDT,  $p'p'$ -DDE a  $p'p'$ -DDD vyjádřená jako DDT rozpustné v tuku“. Pro řepku ani olejnatá semena není MLR uveden.

DDT v krmivech je hodnoceno jako „suma DDT, DDD a izomerů DDE vyjádřená jako DDT“. Maximální obsah DDT v krmivech nebyl překročen; stanovené obsahy jsou hluboko pod maximálními obsahy látky v krmivu.

Nejvyšší přípustné množství **PCB** v potravinách nelze pro uvedené vzorky „odvodit“, neboť ve vyhlášce č. 305/2004 Sb. jsou uvedeny pouze potraviny živočišného původu; obsah PCB v krmivech je podle vyhlášky č. 356/2008 Sb. hodnocen současně s obsahem dioxinů. Nicméně, naměřené hodnoty jsou zanedbatelné.

### **Vzájemné vztahy mezi obsahy POPs v rostlině a půdě**

Při studiu vzájemných vztahů mezi obsahy POPs v rostlině a v půdě (a dalšími půdními vlastnostmi) byla data nejdříve podrobena korelační analýze. V prvním kroku byly do hodnocení zahrnuty všechny vzorky. I přesto, že na dosažené hladině významnosti  $p < 0,05$  nebyly zjištěny žádné významné korelace mezi obsahy sledovaných parametrů v rostlině a půdě, bylo přistoupeno k regresní analýze. Z neexistence korelačního vztahu se dalo předpokládat, že nebude nalezen ani žádný regresní vztah. Tento předpoklad se potvrdil.

Vzájemné vztahy mezi sledovanými parametry se vyprofilovaly prostřednictvím analýzy hlavních komponent (PCA). V příloze 3a je vidět zřetelné oddělení půdních (pravá část grafu) a „rostlinných“ parametrů (levá část grafu) a současně (v příloze 3b) rozdělení jednotlivých typů rostlinných vzorků. Zatímco generativní orgány (zrno, semeno) se nacházejí v pravé části grafu, vegetativní (sláma, siláž, TTP) v levé. Z toho lze vyvodit, že i když jsou půdy zatížené POPs, generativní orgány (zrno, semeno) budou zatížené zanedbatelně ve srovnání s vegetativními orgány (sláma, nať, TTP).

Z těchto výsledků vyplynula nutnost hodnotit u rostlinných vzorků zvlášť generativní a zvlášť vegetativní části rostlin. Ve druhém kroku byly do hodnocení zahrnuty pouze vzorky

vegetativních orgánů (sláma, kukuřice na siláž, jetelotravní směska, TTP) – celkem 10 vzorků. Korelační analýzou (příloha 4) byly zjištěny významné korelační vztahy mezi obsahem HCB, HCH v plodinách a množstvím jílnatých částic (< 0,001 mm, < 0,002 mm, < 0,006 mm), dále mezi obsahem DDE v rostlině a obsahem látek skupiny DDT v půdě, CEC a množstvím částic menších než 0,01 mm a nakonec mezi obsahem DDT v rostlině a pH a CEC.

Analýza hlavních komponent výsledky korelační analýzy potvrdila a rozdělila vzorky na část „sláma“ s vyššími obsahy sledovaných látek a část „nat“ s nižšími obsahy (příloha 5a, 5b).

U vzorků generativních orgánů (zrno, semeno) nebyly žádné významné korelace nalezeny.

## Shrnutí

V letech 2010 a 2011 bylo odebráno 30 vzorků zemědělských plodin (včetně 2 vzorků obilné slámy) z monitorovacích ploch s trvale vysokými obsahy organických polutantů. Obsahy POPs v rostlinných vzorcích byly ve většině případů pod mezí stanovitelnosti (LOQ = 0,5 ppb). Proti roku 2010 byl v roce 2011 zjištěn větší počet vzorků s obsahy POPs vyššími než LOQ. Zatímco v roce 2010 byly stanoveny některé sledované parametry nad limitem stanovitelnosti pouze ve dvou vzorcích (řepka, jetelotravní směska), v roce 2011 byly zjištěny hodnoty vyšší než LOQ v osmi vzorcích. „Zvýšené“ obsahy látek skupiny DDT byly zjištěny ve všech vzorcích kukuřice na siláž (5x) a ve vzorcích obilné slámy (2) byly detekovány látky skupiny DDT, některé izomery HCH a HCB. Zarážející je relativně vysoký obsah  $\gamma$ -HCH detekovaný ve vzorcích řepkového semene (2010) a ječné slámy (2011).

Při studiu vzájemných vztahů mezi obsahy POPs v rostlině a v půdě (a dalšími půdními vlastnostmi) vyplynula nutnost hodnotit zvlášť vzorky generativních orgánů (zrno, semeno) a zvlášť vegetativních. Zatímco v generativních orgánech nebyly ani při vysokých obsazích sledovaných látek v půdě zjištěny „zvýšené“ obsahy, ve vegetativních částech rostlin jsou sledované látky detekovány.

Z korelační analýzy dat (vegetativních částí rostlin) vyplynuly významné korelace mezi půdními charakteristikami (popř. obsahy látek v půdě) a obsahy určitých parametrů ve vegetativních částech rostlin.

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

## Právní předpisy

Nařízení 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 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, v platném znění

Nařízení č. 459/5010 ze dne 27. května 2010, kterým se mění přílohy II, III a IV nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 396/2005, pokud jde o maximální limity reziduí pro některé pesticidy v některých produktech a na jejich povrchu, v platném znění

Nařízení č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách, v platném znění

Vyhláška č. 305/2004 Sb., kterou se stanoví druhy kontaminujících a toxikologicky významných látek a jejich přípustné množství v potravinách, ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška č. 356/2008 Sb., kterou se provádí zákon č. 91/1996 Sb., o krmivech, ve znění pozdějších předpisů

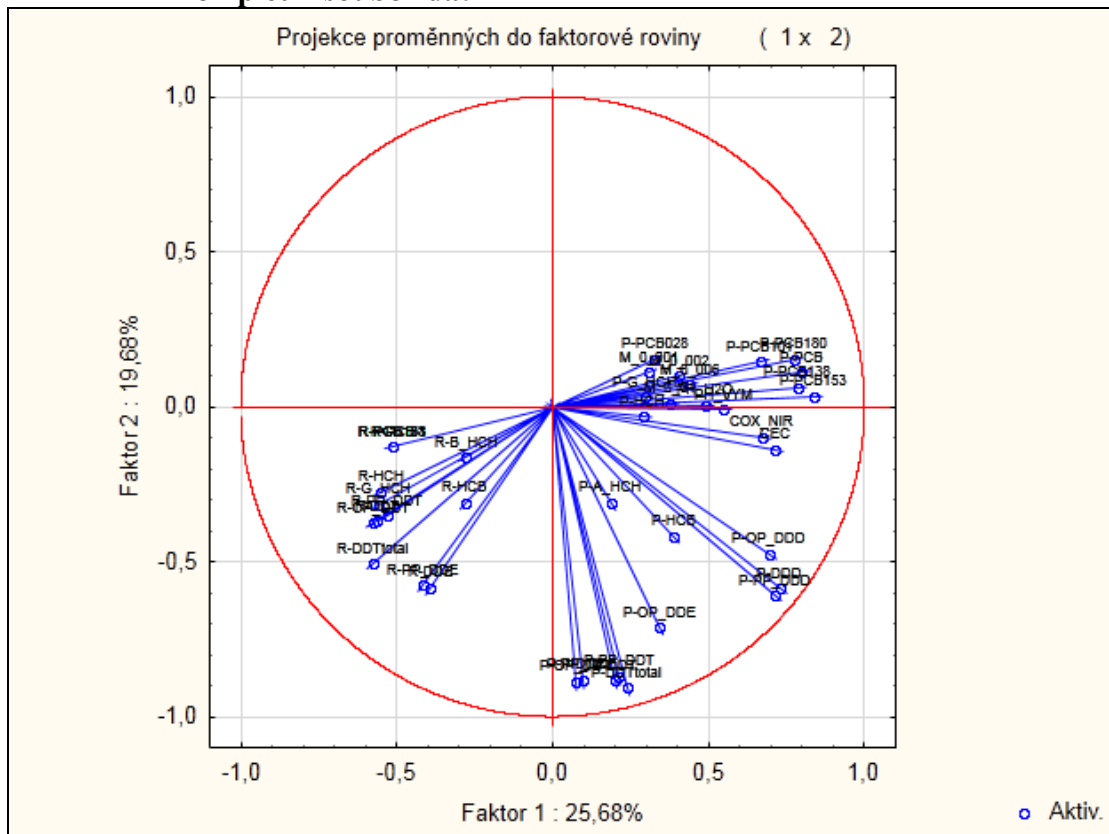




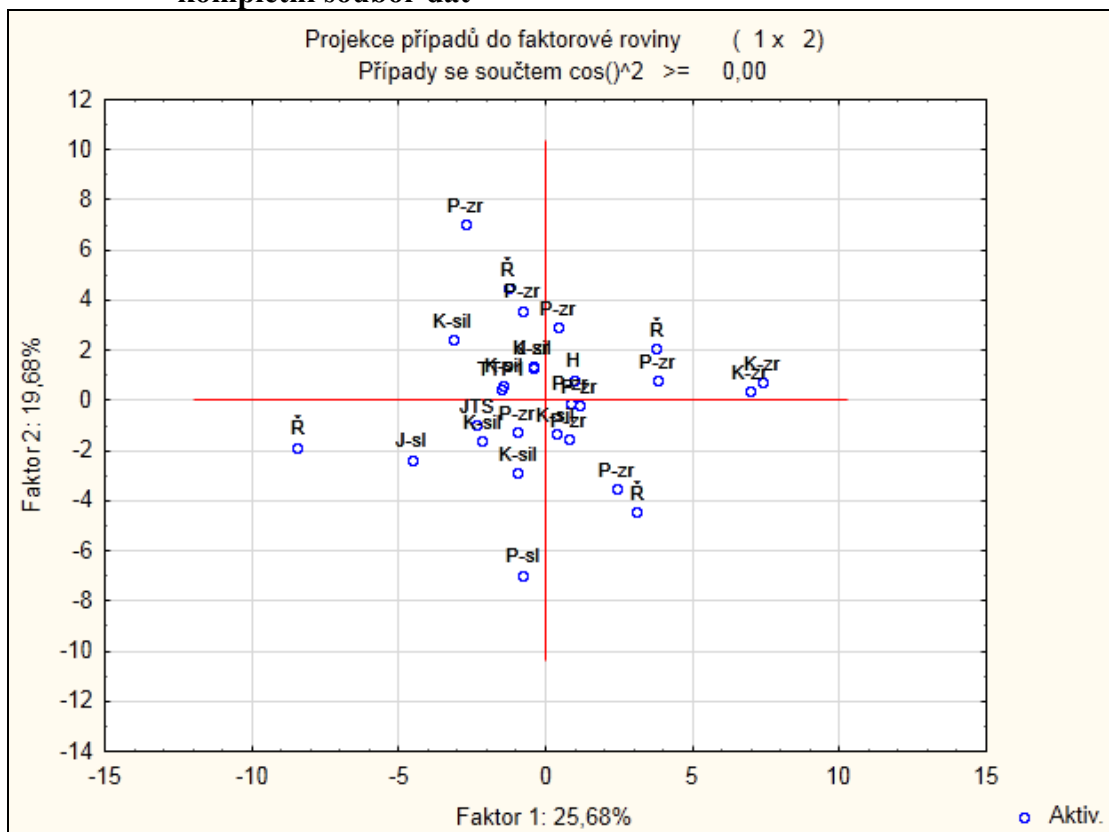
**Příloha 2. Obsahy sledovaných POPs v adekvátních půdních vzorcích BMP (vyznačeny nadlimitní hodnoty: PCB - suma kongenerů; látky skupiny DDT - suma o'p'- a p'p'- izomerů)**

Kód plochy	Rok	Obsah vybraných kongenerů PCB v µg/kg suš.							Obsah OCP v µg/kg suš.										
		28	52	101	118	138	153	180	HCB	a-HCH	b-HCH	g-HCH	d-HCH	o,p'-DDE	p,p'-DDE	o,p'-DDD	p,p'-DDD	o,p'-DDT	p,p'-DDT
2902KO	2010	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.68	<0.5	6.40	<0.5	<0.5	1.48	<0.5	<0.5	23.8	<0.5	0.88	2.75	21.4
3901KO	2010	<0.5	<0.5	1.40	<0.5	3.51	5.50	2.43	2.22	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	11.8	<0.5	<0.5	1.84	10.4
4023KO	2010	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.11	1.77	1.24	10.4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.56	52.8	<0.5	1.53	6.99	55.7
4902KO	2010	<0.5	<0.5	0.77	<0.5	0.88	1.54	0.65	3.85	0.54	<0.5	<0.5	<0.5	5.25	290	3.11	11.30	43.6	369
4903KO	2010	<0.5	<0.5	0.65	<0.5	0.65	1.34	0.58	9.15	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	30.9	<0.5	1.16	3.70	43.8
4904KO	2010	<0.5	<0.5	0.74	<0.5	1.22	1.97	1.16	21.8	<0.5	0.54	<0.5	<0.5	<0.5	11.1	0.65	1.34	3.49	19.1
5005KO	2010	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	3.62	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	16.1	<0.5	<0.5	3.87	23.9
5905KO	2010	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	4.51	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	45.2	<0.5	1.46	6.27	70.1
7901KO	2010	<0.5	<0.5	0.98	<0.5	9.89	12.9	20.1	15.4	<0.5	<0.5	0.81	<0.5	0.73	8.2	7.23	19.79	1.44	25.9
7902KO	2010	0.51	<0.5	0.75	<0.5	8.04	8.61	8.53	4.23	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	26.2	0.98	2.97	3.00	44.1
7904KO	2010	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.56	<0.5	2.95	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.17	127	0.57	0.99	20.5	90.1
8905KO	2010	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.03	<0.5	<0.5	<0.5	10.3
2902KO	2011	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.54	<0.5	10.9	<0.5	<0.5	2.13	<0.5	0.59	107	0.71	3.95	7.28	142
3017BO	2011	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2.07	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	95	0.58	1.96	4.33	36.5
3901KO	2011	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	5.94	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	7.83	<0.5	<0.5	0.67	4.35
4023BO	2011	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.95	0.76	10.4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.55	51.4	0.5	2.65	7.1	68.8
4024BO	2011	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	<0.5	9.72	<0.5	<0.5	1.2	<0.5	<0.5	14.3	<0.5	0.78	4.68	22.9
4902KO	2011	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.6	<0.5	<0.5	4.01	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	4.82	291	2.91	8.45	37.6	205
4903KO	2011	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	6.82	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	20.6	<0.5	1.04	2.26	31.1
4904KO	2011	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.68	1.96	1.58	22.1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	12.4	<0.5	1.11	3.18	18
5005BO	2011	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.25	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.25	<0.5	0.25	0.25	0.25
5905KO	2011	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	4.00	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	35.3	<0.5	2.36	4.03	49.5
7030BO	2011	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.57	<0.5	2.61	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.78	150	<0.5	1.73	6.57	31
7901KO	2011	<0.5	<0.5	1.04	<0.5	13.0	16.3	27.4	20.1	<0.5	<0.5	0.93	<0.5	0.69	7.07	7.28	21.3	1.13	16.4
7902KO	2011	0.68	<0.5	1.15	<0.5	7.89	8.43	9.56	5.81	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	8.73	0.64	2.21	1.7	21
7904KO	2011	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.51	<0.5	3.21	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.56	164	1.16	3.15	24.2	114
8905KO	2011	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2.18	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	4.96	<0.5	<0.5	<0.5	9.83

**Příloha 3a. PCA - projekce proměnných do faktorové roviny (1. a 2. komponenta) – kompletní soubor dat**



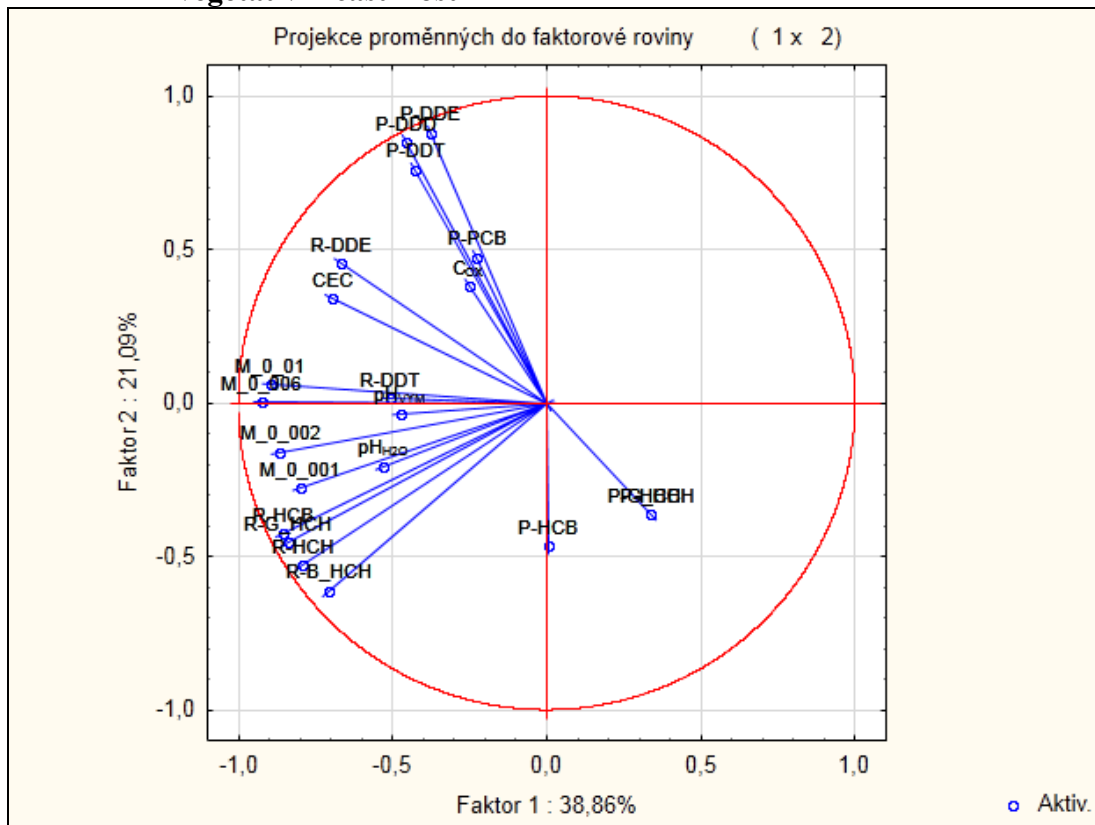
**Příloha 3b. PCA - projekce případů/vzorků do faktorové roviny (1. a 2. komponenta) – kompletní soubor dat**



#### Příloha 4. Korelační matice pro sadu vzorků vegetativních částí rostlin

	HCB (v rostlině)	$\beta$ -HCH (v rostlině)	$\gamma$ -HCH (v rostlině)	sumHCH (v rostlině)	DDE (v rostlině)	DDT (v rostlině)
HCB (v rostlině)	1.00	0.99	1.00	1.00	0.20	0.25
$\beta$ -HCH (v rostlině)	0.99	1.00	1.00	1.00	0.09	0.18
$\gamma$ -HCH (v rostlině)	1.00	1.00	1.00	1.00	0.13	0.21
sumHCH (v rostlině)	1.00	1.00	1.00	1.00	0.13	0.21
DDE (v rostlině)	0.20	0.09	0.13	0.13	1.00	0.39
DDT (v rostlině)	0.25	0.18	0.21	0.21	0.39	1.00
$\gamma$ -HCH (v půdě)	-0.19	-0.16	-0.17	-0.17	-0.28	-0.38
P-HCB (v půdě)	0.12	0.14	0.13	0.13	-0.13	-0.44
P-HCH (v půdě)	-0.19	-0.16	-0.17	-0.17	-0.28	-0.38
P-DDE (v půdě)	-0.10	-0.21	-0.17	-0.17	0.80	0.42
P-DDD (v půdě)	-0.07	-0.19	-0.14	-0.14	0.85	0.39
P-DDT (v půdě)	-0.08	-0.19	-0.15	-0.15	0.86	0.22
P-PCB (v půdě)	-0.18	-0.22	-0.20	-0.20	0.30	-0.16
C <sub>ox</sub>	0.03	-0.01	0.01	0.01	0.29	0.25
CEC	0.30	0.20	0.24	0.24	0.65	0.73
pH/aktivní	0.33	0.26	0.29	0.29	0.43	0.64
pH/výměnné	0.16	0.08	0.11	0.11	0.48	0.67
částice < 0.01	0.59	0.52	0.55	0.55	0.66	0.21
částice < 0.001	0.75	0.75	0.75	0.75	0.17	0.21
částice < 0.002	0.74	0.73	0.74	0.73	0.30	0.20
částice < 0.006	0.67	0.63	0.65	0.65	0.51	0.21

**Příloha 5a. PCA - projekce proměnných do faktorové roviny (1. a 2. komponenta) – vegetativní části rostlin**



**Příloha 5b. PCA - projekce případů/vzorků do faktorové roviny (1. a 2. komponenta) – vegetativní části rostlin**

