

LABORATORNÍ PŘÍSTROJE A POSTUPY

Chem. Listy 92, 551 – 561 (1998)

VÝSLEDKY MONITORINGU JAKOSTI VODY LABE POD PARDUBICEMI

JOSEF ZAVADIL^a a KAREL BUKOVJAN^b

^aVýzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5, ^bVeterinární ošetrovna pro drobná zvířata a zvěř, laboratoře - monitoring, Hřiště 7, 582 22 Přibyslav

Došlo dne 4.IX. 1997

Obsah

1. Úvod
2. Experimentální část
3. Výsledky a jejich diskuse
 - 3.1. Amesův test
 - 3.2. Voda Labe
 - 3.3. Odpadní voda z kanálu „A“ a.s. Synthesia Semtín
 - 3.4. Pitná voda
 - 3.5. Půdy
 - 3.6. Krmiva
 - 3.7. Králíci
4. Závěr

1. Úvod

Labe patří mezi nejvýznamnější zdroje závlahové vody v ČR. Od Pardubic ve směru po toku je však ve srovnání s ostatními závlahově využívanými toky ČR silně kontaminováno celou řadou různých organických xenobiotických látek (OXL). Závlaha vodou Labe proto představuje riziko kontaminace plodin OXL a transferu těchto látek potravním řetězcem do lidského organismu. Za zvláště nebezpečné jsou považovány látky s mutagenními účinky. Jejich přítomnost ve vodě Labe pod Pardubicemi byla prokázána Amesovým testem i po uvedení nové biologické čistírny odpadních vod z a.s. Synthesia Semtín do trvalého provozu v r. 1995 (cit.¹).

Zvýšená mutagenní aktivita vody Labe, spolu s jejím silným bakteriálním znečištěním, je příčinou velkých, někdy prakticky neřešitelných problémů provozovatelů závlah a odběratelů závlahové vody - zemědělců. Okresní hygienická stanice (OHS) v Pardubicích zrušila již k 31.12. 1990 svůj souhlas s používáním vody Labe z úseku pod Pardubicemi pro závlahy. Souhlas hygienické služby s používáním vody Labe pro ostatní závlahy na území bývalého Středočeského kraje je podmíněn dodržováním některých zvláštních opatření. Z důvodu vysokého obsahu OXL v labské vodě mají provozovatelé závlah povinnost zjišťovat 1x měsíčně obsah všech měřitelných OXL ve všech odběrných profilech.

Hlavním cílem šetření provedených v r. 1996 bylo stanovit, které z OXL nacházejících se ve vodě Labe jsou hlavní příčinou její zvýšené mutagenní aktivity a které z nich se kumulují ve tkáních biotů. Identifikace těchto látek je jedním z nezbytných předpokladů pro návrh a realizaci opatření k minimalizaci jejich obsahu ve vodě Labe a tím i jejich vstupu do potravních řetězců závlahou touto vodou. Výsledky šetření jsou podrobně uvedeny v závěrečné zprávě „Vliv cizorodých látek ve vodě Labe na zdravotní stav a reprodukci bioindikátorů“ pro MZe ČR.

2. Experimentální část

Byl proveden pokus na králících domácích (*Oryctolagus cuniculus*) s těmito variantami (pokusnými skupinami):

1. krmení senem z lokality nekontaminované vodou Labe, napájení pitnou vodou;
2. krmení senem z lokality nekontaminované vodou Labe, napájení vodou Labe;
3. krmení senem z lokality kontaminované cizorodými látkami z vody Labe a napájení pitnou vodou;
4. krmení senem z lokality kontaminované vodou Labe a napájení vodou Labe.

Králíci domácí byli pro pokus vybráni pro relativně krátkou dobu života, dobrou reprodukční schopnost, rychlou obměnu následných pokolení a proto, že jsou součástí potravy obyvatelstva.

Pokus byl zahájen 1.8.1996 a ukončen 16.1.1997 včetně doplňkových vyšetření. Probíhal v laboratoři na pracovišti Výzkumného ústavu lesního hospodářství (VÚLHM) ve

Zbraslavi - Havlíně. V době zahájení pokusu bylo v 1., 2. a 4. variantě 12 králíků a ve 3. variantě 13. Během pokusu uhynuli u 1. varianty tři králíci (dva z nich se uškrtili), u 2. dva, u 3. žádný a u 4. jeden.

Seno nekontaminované cizorodými látkami z vody Labe bylo sklizeno na louce v katastru obce Brzkov (Českomoravská vysočina, okr. Jihlava). Seno kontaminované cizorodými látkami z vody Labe pocházelo z trvalé květnaté louky, nacházející se v inundačním území tohoto toku nedaleko obce Valy, okr. Pardubice. Situována je na pravém břehu Labe, s nímž jednou stranou hraničí. Začátek louky je vzdálen asi 200 m ve směru toku Labe od státního kontrolního profilu jakostí vod Valy (říční km 118), dlouhodobě sledovaného Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ). Tento profil se nachází asi 6 km pod místem vypouštění odpadních vod z a.s. Synthesia Semtín. V něm byly odebrány vzorky vody Labe pro rozbor a pro napájení králíků u 2. a 4. varianty. U 1. a 3. varianty byli králíci (testační zvířata) napájeni pitnou vodou z pražského veřejného vodovodu. Ve všech variantách byli králíci přikrmováni krmnou směsí stejné výrobní šarže vyrobenou v podniku Zemědělské zásobování a nákup (ZZNZ) Červené Pečky.

V rámci pokusu byly odebrány vzorky pitné vody, vody Labe z profilu Valy, odpadní vody z kanálu „A“ a.s. Synthesia Semtín, půdy z pozemků, na kterých bylo sklizeno seno použité ke krmení králíků, krmiva (seno a krmná směs), depotního tuku, kosterní svaloviny a vnitřních orgánů (játra, ledviny, plíce, srdce, slezina, mozek, varlata resp. vaječníky), krve a krevní plazmy králíků. Voda Labe byla pro napájení králíků dovážena každý týden (celkem byla dovezena 21x). Pro značnou nákladnost stanovení OXL byla analyzována pouze 12x, minimálně však z každého druhého odběru.

Zdroj a způsob odběru vzorků na stanovení obsahu rizikových prvků a OXL :

- pitná voda: z vodovodního kohoutku na dvoře v objektu VÚLHM na Havlíně;
- voda Labe: bodové, prosté vzorky ve vzdálenosti asi 2 m od břehu a z hloubky asi 0 až 20 cm pod hladinou;
- odpadní voda: první vzorek jako bodový, prostý přímo z kanálu, ostatní dva vzorky jako 48-hodinové, slévané (odebrány byly vzorkovacím zařízením a.s. Synthesia Semtín);
- půda: z hloubky 0 až 20 cm, každý vzorek získán třiceti vpichy sondýrkou v ose pozemku;
- seno: nahodile z různých míst hromady sena uskladněného v seníku;

- krmná směs: z pytlů, každý vzorek z jiného pytle;
- kosterní svalovina: ze svalu na zadní končetině;
- depotní tuk: z okolí ledvin;
- krev přímou kardinální punkcí.

Vzorky vod na stanovení rizikových prvků byly odebrány do polyethylenových lahvíček, na stanovení OXL do skleněných láhví a na Amesovy testy do polyethylenových kanystrů, vzorky půdy, sena, krmné směsi, svaloviny a vnitřních orgánů na stanovení rizikových prvků do igelitových sáčků, vzorky půdy, krmné směsi, svaloviny a depotního tuku na stanovení OXL do nových lahvíček od dětské výživy a vzorky sena na stanovení OXL do nových zavařovacích láhví. Vzorky krve byly odebrány do zkumavek, byly konzervovány pro hematologická vyšetření Chelatonem III a pro biochemická vyšetření Heparinem Spofa.

V každém odebraném vzorku vod, půdy a krmiv byly z rizikových prvků stanoveny arsen, rtuť, kadmium, olovo, chrom, nikl, měď a zinek a z OXL stripovatelné nepolární těžké látky, PCB (kongenery dle nomenklatury IUPAC č. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 a celkový obsah - Delor 103 + Delor 106), chlorované pesticidy, PAU, chlorované a nitrované fenoly, triaziny, aromatické aminy a nitroaromáty. Z tabulky II je zřejmé, které OXL z těchto skupin byly stanoveny. Svalovina, játra a ledviny králíků byly analyzovány na obsah arsenu, rtuti, kadmia, olova, chromu, niklu, mědi, zinku a manganu, tuk králíků na obsah nepolárních OXL a jejich svalovina na obsah polárních OXL. V případě absence, nebo nedostatku depotního tuku, což bylo v převážné většině případů, byly nepolární OXL stanoveny v tuku extrahovaném z jater. Jaterní tkáň byla analyzována rovněž na přítomnost toxického metabolitu některých druhů plísní rodu *Aspergillus* - aflatoxinu B1. V krevní plazmě králíků byly stanoveny alkalické fosfatasy (ALP), jaterní transferasy - asparátaminotransferasy (AST), alaninaminotransferasy (ALT) a gamaglutamyltransferasy (GGT), močovina, kyselina močová, kreatin, bilirubin, triglyceridy, cholesterol, celková bílkovina, chloridy a minerální látky (Ca, Mg, Na, K, P) a v krvi králíků počty leukocytů (WBC) a erythrocytů (RBC), koncentrace hemoglobinu (HGL), hematokritová hodnota (HCT) a střední objem částice (MCV). V návaznosti na tato základní vyšetření byl proveden krevní diferenciál leukocytů.

Obsah rizikových prvků ve vodách, půdách a krmivech stanovila centrální laboratoř VÚMOP Praha - rtuť na přístroji AMA 254, ostatní rizikové prvky metodou atomové absorpční spektrometrie (AAS) na přístroji Spectra AA 300 fy Varian. Výměnná půdní reakce (pH/KCl) byla stanovena elektrometricky, oxidovatelný uhlík v půdě (Cox) Ťurino-

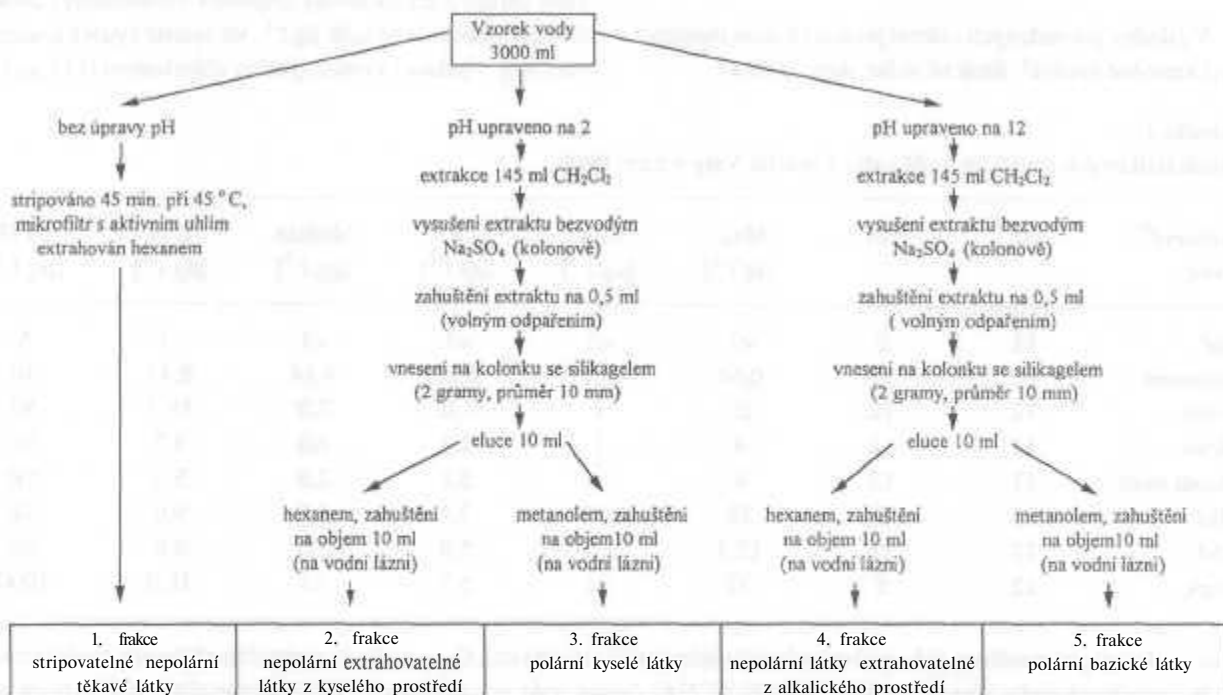
vou metodou a zrnitost pipetovací metodou. Obsah všech rizikových prvků v půdě byl stanoven jako celkový (rozklad směsi kyseliny dusičné, chloristé a fluorovodíkové) a s výjimkou rtuti také ve výluhu 2 M-HNO₃. Rizikové prvky ve svalovině a vnitřních orgánech králíků stanovila laboratoř Státního veterinárního ústavu (SVÚ) Praha - rtuť na přístroji AMA 254, arsen hydridovou technikou AAS a ostatní rizikové prvky plamenovou technikou AAS na přístrojích fy Perkin-Elmer. TESPO laboratoř (Testace potravin) stanovila obsah aflatoxinu B1 v játrech králíků screeningovou metodou RIA. OXL ve vodách, půdě, krmivech, svalovině a depotním tuku stanovil AQUATEST, Stavební geologie a.s., který zvítězil ve výběrovém řízení na provedení analýz těchto látek. PAU byly stanoveny metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC) s fluorescenční detekcí, ostatní organické látky metodou plynové chromatografie a hmotnostní spektrometrie (GC/MS). Koncentrace a aktivita parametrů krevní plazmy byly stanoveny kolorimetricky na Spekolu C11 pomocí příslušných Bio-La testů. Hematologická vyšetření byla provedena na poloautomatickém přístroji Baker Instruments. Základem patomorfologických vyšetření byla klasická pitva doplněná podrobným histologickým vyšetřením tkání. Vzorky mozku, jater, ledvin, plic, srdce, sleziny, varlat, vaječníků a nadledvin o rozměrech cca 10x10 mm byly fixovány v 10ti % formolu. Po důkladné nejméně 48 hodi-

nové fixaci v roztoku byly zpracovány histologickými postupy parafinovou metodou. Za základní přehledné barvení byl vybrán hematoxylin-eozin. V případě bližší diferenciace nálezu či zpřesnění diagnózy byly tkáně barveny speciálními a selektivními barveními (Steinova metoda, Perlsova feroxyanidová reakce, Gomory, trichromová barvení aj.).

U všech vzorků odpadní vody a u vzorků vody Labe odebraných 29.8., 10.10. a 7.11. byla provedena frakcionace OXL podle schématu znázorněného na obrázku 1. Sledované OXL byly rozděleny do těchto frakcí:

1. frakce: stripovatelné nepolární těkavé látky - těkavé uhlovodíky,
2. frakce: nepolární látky extrahované z kyselého prostředí - převážně PCB, chlorované pesticidy a PAU, v malém množství i triaziny,
3. frakce: polární kyselé látky - chlorované a nitrované fenoly,
4. frakce: nepolární látky extrahované z alkalického prostředí - převážně triaziny, v malém množství i PAU a PCB,
5. frakce: polární bazické látky: - aromatické aminy a nitroaromáty.

Pitná voda, všechny vzorky vody Labe a odpadní vody a všechny frakce OXL byly v laboratoři genetické toxikologie Státního zdravotního ústavu (SZÚ) vyšetřeny Amesovým testem na mutagenitu. Dvě frakce OXL s nejsilněj-



Obr. 1. Schéma frakcionace organických xenobiotických látek

šími mutagenními účinky (3. a 5.) z vody Labe a z odpadní vody byly podrobeny detailní chemické analýze v laboratoři SZÚ.

Pro každý ukazatel jakosti vody Labe byla stanovena hodnota maximální a minimální, medián, aritmetický průměr a hodnota s pravděpodobností nepřekročení 90 % (C_{90}). Pro analyty sledované v tuku, svalovině a vnitřních orgánech králíků a pro ukazatele zjišťované v rámci rané postmortální diagnostiky a patomorfologických vyšetření byla stanovena hodnota maximální a minimální, medián, aritmetický průměr a směrodatná odchylka. Pro patomorfologické nálezy bylo použito procentického vyjádření. Výsledky rozborů půdy, sena, tuku, svaloviny a vnitřních orgánů a výsledky rané postmortální diagnostiky a patomorfologických vyšetření byly vyhodnoceny jednofaktoremovou analýzou rozptylu. Obsah chemických prvků v tkáních, játrech a ledvinách králíků a parametry biochemického vyšetření jejich plazmy a hematologického vyšetření byly vyhodnoceny PCA analýzou (Principal Component Analysis).

Při matematicko statistickém zpracování výsledků byly hodnoty menší než mez stanovitelnosti uvažovány jako tato mez.

3. Výsledky a jejich diskuse

Výsledky provedených šetření jsou podrobně uvedeny v již zmíněné zprávě¹. Stručně je lze shrnout takto:

Tabulka I
Obsah rizikových prvků ve vodě Labe z profilu Valy v roce 1996

Rizikový prvek	Nc	Nd	Max. [$\mu\text{g.l}^{-1}$]	Min. [$\mu\text{g.l}^{-1}$]	$\bar{x}$ [$\mu\text{g.l}^{-1}$]	Medián [$\mu\text{g.l}^{-1}$]	C_{90} [$\mu\text{g.l}^{-1}$]	NPH [$\mu\text{g.l}^{-1}$]
Rtuť	12	0	<1	<1	<1	<1	<1	5
Kadmium	12	11	0,66	<0,01	0,20	0,14	0,41	10
Arsen	12	12	20	1	9,42	7,0	18,7	50
Olovo	12	12	4	1	2,3	2,0	3,7	50
Chrom vešk.	12	12	6	1	3,1	2,0	5,3	200
Nikl	12	8	18	<1	3,3	1,5	9,0	100
Měď	12	12	12,4	2,8	5,9	5,0	9,9	500
Zinek	12	5	33	<1	5,7	<1	18,0	1000

^aNc - celkový počet měření, Nd - počet výsledků větších než mez detekce, C_{90} - hodnota s pravděpodobností nepřekročení 90 % vypočítaná podle zásad stanovených ČSN 75 7143 Jakost vody pro závlahu, NPH - nejvyšší přípustná hodnota pro závlahovou vodu 1. třídy čistoty podle ČSN 75 7143, $\bar{x}$ - aritmetický průměr

3.1. Amesův test

Výsledky Amesova testu s vodou Labe potvrdily, že voda stále obsahuje mutagenní látky a že jejich hlavním zdrojem jsou odpadní vody z a.s. Synthesia Semtín. Nejsilnější mutagenní aktivitu měly 3. a 5. frakce OXL. Stejně tomu bylo i v r. 1994 (cit.³). Proti r. 1994 (cit.³) a 1995 (cit.¹) byla mutagenita vody Labe v r. 1996 nižší, pravděpodobně v souvislosti se snížením obsahu OXL v odpadních vodách z a.s. Synthesia Semtín a tím i ve vodě Labe.

3.2. Voda Labe

Rizikové prvky ve vodě Labe v profilu Valy nepředstavovaly v r. 1996, stejně jako v minulých letech, z hlediska závlah žádný vážný problém. Obsah každého ze sledovaných rizikových prvků, a to i nejvyšší naměřený, byl podstatně menší než jejich nejvyšší přípustný obsah v závlahové vodě I. třídy jakosti, vodě vhodné pro závlahu, stanovený ČSN 75 7143 Jakost vody pro závlahu (viz tab. I).

Z tabulky II je zřejmé, že z OXL se vodě Labe v profilu Valy v největším množství nacházely stripovatelné nepolární těkavé látky (zejména benzen, toluen, xyleny, chlorbenzen a dichlorbenzeny), chlorované a nitrované fenoly (hlavně methyldinitrofenoly), aromatické aminy (především anilin) a nitroaromáty (zejména nitrotoluenu). Jejich obsah byl obvykle několik $\mu\text{g.l}^{-1}$. Ve zvláště vysoké koncentraci byly v jednom vzorku zjištěny chlorbenzen (111 $\mu\text{g.l}^{-1}$)

Tabulka II

Obsah organických xenobiotických látek ve vodě Labe v roce 1996

Analyt ^a	Nc	Nd	Max.	Min.	$\bar{x}$	Medián	C ₉₀
Těkavé uhlovodíky [$\mu\text{g.l}^{-1}$]							
benzen	12	12	64,1	0,1	6,9	1,3	24,1
toluen	12	11	20,3	0,1	5,9	1,2	19,8
xyleny	12	9	20,9	<0,1	5,1	1,5	13,7
ethylbenzen	12	7	2,1	<0,1	0,7	0,3	1,8
chlorované uhlovodíky	9	8	7,4	<0,1	2,9	2,8	5,8
chloroform	12	0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-dichlorethen	12	0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-transdichlorethen	2	0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-cisdichlorethen	12	0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
tetrachlormethan	12	0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-dichlorethan	12	0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,2-trichlorethan	12	0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
trichlorethen	12	7	0,6	<0,1	0,2	0,1	0,4
tetrachlorethen	12	9	1,7	<0,1	0,4	0,3	1,3
chlorbenzen	12	12	111	0,1	11,2	1,9	39,7
dichlorbenzeny	12	12	12,8	0,6	3,1	1,3	8,9
trichlorbenzeny	12	10	0,9	<0,1	0,4	0,4	0,7
styren	12	1	0,2	<0,1	0,1	0,1	0,2
PCB [ng.l^{-1}]							
suma PCB	12	3	149	<10	25,4	10,0	71,7
kong.IUPAC č. 28	12	4	31	<1	4,8	1,0	15,8
kong.IUPAC č. 52	12	2	6,5	<1	1,5	1,0	3,2
kong.IUPAC č. 101	12	1	2,1	<1	1,1	1,0	1,4
kong.IUPAC č. 118	12	1	1,2	<1	1,0	1,0	1,1
kong.IUPAC č. 138	12	0	<1	<1	<1	<1	<1
kong.IUPAC č. 153	12	0	<1	<1	<1	<1	<1
kong.IUPAC č. 180	12	0	<1	<1	<1	<1	<1
Chlorované pesticidy [ng.l^{-1}]							
HCB	12	0	<5	<5	<5	<5	<5
α -HCH	12	0	<5	<5	<5	<5	<5
P-HCH	12	1	20	<5	6,3	<5	10,0
γ -HCH	12	0	<5	<5	<5	<5	<5
DDT	12	0	<5	<5	<5	<5	<5
DDE	12	0	<5	<5	<5	<5	<5
DDD	12	0	<5	<5	<5	<5	<5
aldrin	12	0	<5	<5	<5	<5	<5
dieldrin	12	0	<5	<5	<5	<5	<5
endrin	12	0	<5	<5	<5	<5	<5
methoxychlor	12	0	<30	<30	<30	<30	<30
heptachlor	12	0	<5	<5	<5	<5	<5
PAU [ng.l^{-1}]							
fluoranthén	12	12	129	8	31,4	20,5	70,3
benzo[b]fluoranthén	12	12	14	1	5,5	4,6	11,8

Pokračování tabulky II

Analyt ^a	Nc	Nd	Max.	Min.	$\bar{x}$	Medián	C ₉₀
benzo[k]fluoranthén	12	12	11	1	3,8	3,0	8,0
benzo[a]pyren	12	12	26	2	8,5	6,5	18,7
1,12-benzoperylen	12	9	6	<1	3,4	3,5	5,4
indeno[c,d]pyren	12	5	6,4	<1	1,9	1,0	4,5
chrysen	12	12	29	2	8,7	6,3	20,3
dibenzo[a,h]anthracen	12	3	0,8	<1	0,9	1,0	0,7
benzo[a] anthracen	12	12	170	5	35,1	19,9	87,3
pyren	12	12	63	5	16,5	10,2	35,3
anthracen	12	12	230	2	37,7	4,9	138,0
phenanthren	12	12	90	3	33,8	23,5	77,5
naftalen	12	5	12	2	3,9	1,0	10,7
Fenoly [$\mu\text{g.l}^{-1}$]							
fenol	12	1	14,7	<1	2,1	1,0	14,7
monochlorfenoly	12	1	10,3	<1	1,8	1,0	10,3
dichlorfenoly	12	0	<1	<1	<1	<1	<1
trichlorfenoly	12	0	<1	<1	<1	<1	<1
pentachlorfenol	12	0	<1	<1	<1	<1	<1
chlormethylfenoly	12	0	<1	<1	<1	<1	<1
dimethylfenoly	12	2	1,1	<1	1,0	<1	1,0
(o,m,p-)nitrofenoly	12	2	1,9	<1	1,1	<1	1,5
dinitrofenoly	12	3	2,8	<1	1,2	<1	1,6
methyldinitrofenoly	12	12	88,1	1,3	19,2	12,5	51,5
alkyldinitrofenoly	12	0	<1	<1	<1	<1	<1
Triaziny [$\mu\text{g.l}^{-1}$]							
simazin	12	0	<10	<10	<10	<10	<10
atrazin	12	0	<10	<10	<10	<10	<10
terbutylazin	12	0	<10	<10	<10	<10	<10
propazin	12	0	<10	<10	<10	<10	<10
Aromatické aminy [$\mu\text{g.l}^{-1}$]							
anilin	12	12	6,7	0,5	3,4	3,3	5,5
methylaniliny	12	8	2,3	<0,1	0,7	0,4	2,0
ethylaniliny	12	4	1,4	<0,1	0,3	<0,1	0,9
dimethylaniliny	12	4	1	<0,1	0,4	<0,1	1,0
diethylaniliny	12	0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
chloraniliny	12	3	11,6	<0,1	1,2	<0,1	4,3
dichloraniliny	12	2	0,8	<0,1	0,2	<0,1	0,5
Nitroaromáty [$\mu\text{g.l}^{-1}$]							
nitrobenzen	12	8	1,7	<0,1	0,4	0,3	0,8
nitrotolueny	12	10	98,2	<0,1	23,7	2,6	80,6

^a Význam symbolů viz tab. I

a benzen (64,1 $\mu\text{g.l}^{-1}$) a ve více vzorcích methyldinitrofenoly (až 88,1 $\mu\text{g.l}^{-1}$) a nitrotolueny (až 98,2 $\mu\text{g.l}^{-1}$). Methyldinitrofenoly a nitrotolueny patří do frakcí s nejsilnější mutagenní aktivitou. Z ostatních OXL byly v jednom vzor-

ku ve vysoké koncentraci (149 ng.l^{-1}) nalezeny PCB. V důsledku toho překračuje C₉₀ těchto látek jejich nejvyšší přípustný obsah v zvlahové vodě I. třídy jakosti, stanovený výše citovanou normou pouze na 50 ng.l^{-1} . Ve všech ode-

braných vzorcích vody Labe byla zjištěna převážná většina měřených PAU (obvykle v množství několika jednotek až několika desítek ng.l^{-1}). Obsah chlorovaných pesticidů s výjimkou p-HCH v jednom vzorku (20 ng.l^{-1}) a obsah triazinů byl vždy menší než mez stanovitelnosti. Pro jiné OXL než sumu PCB není v ČR ani v zahraničí stanoven jejich nejvýše přípustný obsah v závlahové vodě.

Obsah OXL zjištěný ve vodě Labe detailními GS/MS analýzami se pohybuje v jednotkách až desítkách $\mu\text{g.l}^{-1}$. Z nitrovaných sloučenin byl v největším množství nalezen *p*-nitro-*o*-toluidin ($39,2 \mu\text{g.l}^{-1}$).

Obsah rizikových prvků a OXL ve vodě Labe v profilu Valy zjištěný při řešení této zakázky se podstatněji neliší od jejich obsahu zjištěného v něm v r. 1996 ČHMÚ při monitoringu jakosti vody Labe⁴. Mezi OXL, které monitoruje ČHMÚ, chybí však nitrované a chlorované fenoly, aromatické aminy a nitroaromáty, tedy látky s největší mutagenní aktivitou. Ze srovnání údajů o obsahu OXL ve vodě Labe v profilu Valy na počátku 90. let^{5,6} s údaji naměřenými v r. 1996 je zřejmé, že v tomto profilu se podstatně snížil obsah 1,2-dichlorethanu a že došlo k určitému poklesu obsahu chlorbenzenu a dichlorbenzenů. Příčinou je realizace účinných opatření proti jejich úniku do životního prostředí u jejich rozhodujících zdrojů, tj. v případě 1,2-dichlorethanu u Parama Pardubice a v případě ostatních dvou látek u a.s. Synthesia Semtín. Aritmetický průměr a C_{90} chlorbenzenů ve vodě Labe v profilu Valy značně zkresluje jedna maximální uvedená hodnota, naměřená v jejím prvním odebraném vzorku (15.8.), která je proti ostatním hodnotám o 2 řády vyšší. Výše jmenované 3 OXL patří sice mezi těkavé látky, avšak proto, že jsou chlorovány, jsou na rozdíl od aromatů ve vodním prostředí poměrně stálé. O 1,2-dichlorethanu se uvádí, že je biologicky těžko rozložitelný a přes svoji těkavost ani příliš neodvětrává⁵.

3.3. Odpadní voda z kanálu „A“ a.s. Synthesia Semtín

Z rizikových prvků v odpadní vodě byly v nejmenším množství zjištěny rtuť ($<1 \mu\text{g.l}^{-1}$) a kadmium (max. $1,12 \mu\text{g.l}^{-1}$) a v největším veškerý chrom (až $176 \mu\text{g.l}^{-1}$), zinek (až $129 \mu\text{g.l}^{-1}$), měď (až $115 \mu\text{g.l}^{-1}$) a arsen (až $45 \mu\text{g.l}^{-1}$).

Obsah některých OXL v odpadní vodě se pohyboval v širokém rozmezí. Nejvíce kolísal obsah aromatických těkavých uhlovodíků (benzenu, toluenu, xylenů a ethylbenzenu), a to v rozmezí 2 až 3 řádů. Benzen a xyleny byly v jednom vzorku zjištěny v množství několika set $\mu\text{g.l}^{-1}$.

Z chlorovaných těkavých uhlovodíků obsahovala odpadní voda největší množství chlorbenzenu (až $57,4 \mu\text{g.l}^{-1}$) a dichlorbenzenů (až $46,3 \mu\text{g.l}^{-1}$). Ve velmi vysoké koncentraci byly v této vodě nalezeny methyldinitrofenoly (až $2260 \mu\text{g.l}^{-1}$) a nitrotolueny (až $1790 \mu\text{g.l}^{-1}$). Silně však byla kontaminována také dalšími OXL ze skupiny aromatických aminů (zejména anilinem - v množství až $113 \mu\text{g.l}^{-1}$) a ze skupiny chlorovaných a nitrovaných fenolů (hlavně dime-thylfenoly - až $34,9 \mu\text{g.l}^{-1}$ a *o,m,p*-nitrofenoly - až $31,0 \mu\text{g.l}^{-1}$). Někdy obsahovala poměrně velké množství PCB (suma až 213 ng.l^{-1}) a některých chlorovaných pesticidů (především p-HCH - v množství až 495 ng.l^{-1}).

Detailními GS/MS analýzami v ní byly v největším množství zjištěny 2-vinylbenzofuran ($766 \mu\text{g.l}^{-1}$), cholestadienol ($152 \mu\text{g.l}^{-1}$) a různé nitrované sloučeniny - *m*-nitrotoluen (až $88 \mu\text{g.l}^{-1}$), *p*-nitro-*o*-toluidin (až $86 \mu\text{g.l}^{-1}$), ftalimid ($85,2 \mu\text{g.l}^{-1}$), 3,5-diterc. butyl-4-hydroxyfenylisokyanid (až $85 \mu\text{g.l}^{-1}$), x,x-dinitrotoluen (až $71,9 \mu\text{g.l}^{-1}$) aj.

Proti obsahu OXL v odpadní vodě v kanálu „A“ v r. 1990 (cit.⁷) a v r. 1991 (cit.⁸) byly v r. 1996 až o několik řádů nižší obsahy chlorbenzenu, dichlorbenzenů a trichlorbenzenů. V těchto letech nebyly ničím mimořádným obsahy těchto látek několik set až několik tisíc $\mu\text{g.l}^{-1}$ (v závislosti na druhu látky a době odběru vzorku). Obsah rizikových prvků v odpadní vodě se proti roku 1990 (cit.⁷) a 1991 (cit.⁸) výrazněji nezměnil.

Provedené rozborů odpadní vody z kanálu „A“ a.s. Synthesia ukazují, že i přes výrazné zlepšení její jakosti je velkým zdrojem celé řady xenobiotických látek. Tyto látky z části pocházejí ze starých zátěží půdního prostředí a podzemních vod v areálu závodu i mimo něj, jak uvádí Verner⁹. Podle tohoto odborníka - vodohospodáře, dobře znajícího problematiku odpadních vod a.s. Synthesia Semtín, se ukazuje potřeba výrazně snížit kromě jiného vypouštění rtuti, mědi, chromu, benzenu, chlorbenzenu, dichlorbenzenů, trichlorbenzenů, toluenu, xylenů, ethylbenzenu, nitrobenzenu, HCB, fenolů, chlorfenolů, naftalenu, naftolů a popřípadě dalších látek, které zatím ještě nejsou prozkoumány.

3.4. Pitná voda

Pitná voda z pražského veřejného vodovodu vyhovovala co do obsahu rizikových prvků velmi dobře požadavkům na ní kladeným ČSN 75 7111 Pitná voda. Pokud jde o OXL, byla voda nadměrně kontaminována pouze chloroformem. Ostatní OXL s výjimkou většiny PAU byly ve vodě v množství menším než mez stanovitelnosti.

3.5. Půdy

Kontaminace půdy rizikovými prvky v lokalitě Valy byla mnohem větší než v lokalitě Brzkov. Zatímco v půdě z lokality Brzkov nepřekročil obsah žádného z měřených rizikových prvků limit kontaminace půdy uváděný Podlešákovou et al.¹⁰, v půdě z lokality Valy, inundované vodou Labe, byl překročen v případě kadmia, arsenu, chromu a zinku ve výluhu 2 M-HNO₃ a celkového obsahu kadmia a zinku. (Limit kontaminace půdy indikuje překročení požadových hodnot.) Obsah zinku ve výluhu 2 M-HNO₃ a celkový obsah kadmia a zinku v půdě z lokality Valy je také větší než jejich přípustný obsah v půdě stanovený vyhláškou MŽP ČR č. 13/1994 Sb.¹¹ Proti půdě z lokality Brzkov obsahuje půda z lokality Valy statisticky průkazně více rtuti, kadmia, arsenu, mědi, zinku a chromu. Rozdíly v obsahu kadmia, arsenu, mědi, zinku ve výluhu 2 M-HNO₃ a celkového obsahu rtuti jsou dokonce vysoce statisticky průkazné.

Přítomnost většiny měřených těžkých uhlovodíků a zejména anilinu v půdě na lokalitě Valy prokazuje její kontaminaci vodou Labe. Tato půda obsahovala v průměru např. 52,7 µg.kg⁻¹ toluenu, 11,3 µg.kg⁻¹ styrenu, 9,3 µg.kg⁻¹ dichlorbenzenů, 5,7 µg.kg⁻¹ benzenu, 3,7 µg.kg⁻¹ trichlorbenzenů, 2,7 µg.kg⁻¹ chlorbenzenu a 21 µg.kg⁻¹ anilinu. V půdě v lokalitě Brzkov byl však obsah všech těžkých uhlovodíků a anilinu menší než mez stanovitelnosti, která je pro těžké uhlovodíky <1 µg.kg⁻¹ a pro anilin <10 mg.kg⁻¹. Rozdíly v obsahu těchto látek v půdě z lokality Valy a v půdě z lokality Brzkov jsou průkazné nebo vysoce průkazné. Kromě výše jmenovaných látek obsahovala půda v lokalitě Valy větší množství PCB a DDE než půda v lokalitě Brzkov. Průkazný rozdíl je však pouze v obsahu kongeneru č. 138. Půda z obou lokalit byla silně kontaminována všemi měřenými PAU s výjimkou dibenzo[*a,h*]anthracenu a naftalenu. Celkově byla PAU více kontaminována půda z lokality Brzkov než půda z lokality Valy. Z toho je zřejmé, že hlavní příčinou vysokého obsahu PAU v půdě na lokalitě Valy nebyly inundace vodou Labe, mimo jiné i proto, že pouze obsah jediného PAU v půdě na lokalitě Valy, indeno[*c,d*]pyrenu, byl průkazně vyšší než v půdě na lokalitě Brzkov. Jeho průměrný obsah ve vodě Labe v profilu Valy byl však v r. 1996 po dibenzo[*a,h*]anthracenu nejnížší – pouze 1,9 ng.l⁻¹. Zdrojem PAU v půdě na lokalitě Valy a Brzkov byla pravděpodobně jejich atmosférická depozice a biosyntéza. Půda v lokalitě Brzkov obsahovala průkazně více fluoranthenu, anthracenu a pyrenu než půda v lokalitě Valy (rozdíl v obsahu pyrenu je

dokonce vysoce statisticky průkazný). Limit kontaminace půdy uváděný Němečkem et al.¹² byl překročen obsahem toluenu v půdě z lokality Valy a obsahem PCB, DDE a všech PAU s výjimkou dibenzo[*a,h*]anthracenu a naftalenu v půdě z obou lokalit. V půdě na obou lokalitách byl obsah PCB, DDE a řady PAU větší než jejich přípustný obsah v půdě stanovený vyhláškou MŽP ČR č. 13/1994 Sb.¹¹

Silná kontaminace půdy rizikovými prvky a některými OXL na lokalitě Valy byla zjištěna již v r. 1995 (cit.¹). V r. 1995 byl limit kontaminace půdy překročen obsahem kadmia, zinku a chromu, tedy s výjimkou arsenu obsahem stejných rizikových prvků jako v r. 1996. Z OXL měřených v r. 1995 zde tento limit překračovaly obsahy PCB a téměř všech PAU.

Dosažené výsledky jsou v souladu s poznatky publikovanými Němečkem a Podlešákovou¹³. Tito autoři uvádějí, že cizorodými látkami jsou z půd nejvýrazněji zatíženy fluvizemě (nivní půdy) inundačních teras řek za průmyslovými městy a že se jedná hlavně o kontaminaci kadmii, rtutí, zinkem a mědí, dále pak oloven a chromem. Podlešáková, Němeček a Hálková¹⁴ rozsáhlým průzkumem zjistili, že inundační niva Labe je výrazně kontaminována i organickými polutanty, zejména PAU a PCB.

3.6. Krmiva

Obsah žádného rizikového prvku a ani žádné OXL v seně a krmné směsi nepřekročil jejich nejvyšší přípustný obsah v krmivech stanovený vyhláškou MZe ČR č. 194/1996 (cit.¹⁵). Obsah některých rizikových prvků a OXL v seně z obou lokalit se však od sebe značně lišil. Seno z lokality Valy obsahovalo statisticky průkazně více rtuti, kadmia, zinku a (*o,m,p*-) nitrofenolů než seno z lokality Brzkov. Rozdíl mezi těmito lokalitami v obsahu rtuti v seně je dokonce vysoce průkazný. O značném příjmu (*o,m,p*-) nitrofenolů z půdy rostlinami svědčí skutečnost, že při jejich obsahu v půdě na lokalitě Valy menším než mez stanovitelnosti (50 µg.l⁻¹) byl jejich obsah v seně z této lokality v průměru 220 µg.kg⁻¹ sušiny. Seno z lokality Brzkov bylo proti senu z lokality Valy silněji kontaminováno většinou z měřených PAU. Vysoce průkazný rozdíl je v obsahu benzo[*a*]anthracenu a pyrenu a průkazný rozdíl v obsahu pyrenu. Proti senu z lokality Brzkov obsahovalo seno z lokality Valy průkazně více pouze benzo[*k*]fluoranthenu.

Obsah rtuti, kadmia a zinku v seně korespondoval s jejich obsahem v půdě a u kadmia a zinku i s poznatkami o jejich

mobilitě v půdě a transferu z půdy do rostlin. Na základě těchto poznatků lze říci, že hlavním zdrojem kadmia a zinku v seně byla půda a v případě rtuti její atmosférická depozice. Hlavním zdrojem PAU v seně nebyla s největší pravděpodobností půda. PAU se třemi a více benzenovými jádry jsou totiž velmi silně adsorbovány půdou¹⁶. Podle Simse a Overcashe a Edwardse¹⁶ může být adsorpce PAU kořenů průkazná, avšak translokace PAU se čtyřmi a více benzenovými jádry z kořenů do listů je zanedbatelná. Příčinou nepřítomnosti anilinu v seně z lokality Valy (přes poměrně vysoký obsah anilinu v půdě) mohla být jeho silná adsorpce v půdě. Původ poměrně vysokého obsahu dimethylfenolů v seně z lokality Brzkov je nejasný. Tyto látky byly zjištěny i v seně z jiných lokalit nekontaminovaných vodou Labe.

3.7. Králíci

Největší obsah kadmia, mědi, manganu, zinku, niklu a chromu v tkáních králíků byl zjištěn u pokusné skupiny krmené senem z lokality kontaminované vodou Labe a napájené touto vodou - tedy při nejvyšším zatížení organismu těmito prvky. Obsah kadmia, mědi a manganu v tkáních králíků se průkazně zvýšil také u pokusné skupiny krmené senem z lokality kontaminované vodou Labe a napájené pitnou vodou. Z průkazných rozdílů v obsahu rizikových prvků v tkáních králíků z jednotlivých pokusných skupin je zřejmé, že hlavním zdrojem těchto prvků bylo seno. U všech pokusných skupin bylo větší množství kadmia, rtuti, mědi, manganu a zinku deponováno v játrech a ledvinách než v kosterní svalovině. Ledviny přitom obsahovaly více rtuti, kadmia a niklu než játra a játra více zinku než ledviny. Množství arsenu, ale i olova a chromu, deponované ve svalovině, játrech a ledvinách během šestiměsíčního pokusu se od sebe podstatněji nelišilo.

Obsah žádného rizikového prvku v kosterní svalovině, játrech a ledvinách každého jedince z každé pokusné skupiny nebyl větší než přípouští směrnice MZd ČSR č. 69/1986 o cizorodých látkách v potravinách¹⁷.

Obsah polárních OXL ve svalovině králíků z jednotlivých pokusných skupin se od sebe statisticky průkazně nelišil. Příčinou statisticky průkazného zvýšení obsahu fluoranthenu, pyrenu a phenanthrenu v tuku králíků ve srovnání s kontrolní skupinou byla s největší pravděpodobností napájecí voda. Nejvyšší obsah OXL byl nalezen u pokusné skupiny krmené senem z lokality kontaminované vodou Labe a napájené labskou vodou, tedy u pokusné skupiny, u které byl přísun těchto látek do organismu největší.

V jaterní tkáni králíků (testačních zvířat) byly zjištěny různé koncentrace toxického metabolitu plísní rodu *Aspergillus*. Mezi kontrolní skupinou ($<0,3$ až $1,9 \mu\text{g.kg}^{-1}$) a skupinami pokusnými ($0,3$ - $2,3 \mu\text{g.kg}^{-1}$) nebyly statisticky významné rozdíly. Koncentraci nad hranici detekce přístrojové RIA metody překročilo u 1. pokusné skupiny 6 vzorků (66,7 %), u 2. pokusné skupiny 4 vzorky (44,4 %) a u 3. a 4. pokusné skupiny shodně 8 vzorků (61,5 a 72,7 %). Vzhledem k tomu, že v játrech je tento mykotoxin rychle metabolizován za pomoci enzymů mikrosomální frakce, je zřejmé, že jeho koncentrace mohly být v době trvalého příjmu i relativně malých dávek v krmivu podstatně vyšší.

Zatíženost jater nálezy převážně odpovídajícími difúzní formě drobné kapenkové steatozy lze považovat za důsledek dlouhodobého příjmu nízkých dávek aflatoxinu B₁. Tomu odpovídají i individuální změny v aktivitě jaterních transferas (AST, ALT, GGT), koncentrací bilirubinu a celkové bílkoviny v krevní plazmě. Drobné nespecifické změny na játrech představované výskytem anisonukleosy, lymfocytárních kulatobuněčných infiltrací a různě četnými binukleárními hepatocyty jsou s největší pravděpodobností důsledkem reparabilních změn jaterní tkáně z důvodů přísunu nízkých a podprahových dávek škodlivin.

Nálezy funkčních a morfologicky neporušených folikulů u samic ve všech stadiích vývoje a zrání, tzv. terciární folikuly Grafovy nevyjímaje, jsou dokladem toho, že po 6ti měsíčním podávání vody Labe a kontaminovaného krmiva z inundačního území tohoto toku nelze uvažovat o závažnějších změnách v reprodukci bioindikátorů. Situace by však mohla být odlišná při víceletém příjmu kontaminované vody i potravy.

Při aplikaci výsledků provedených šetření je nutno mít na zřeteli, že inundace vodou Labe jsou mnohem větším zdrojem xenobiotických látek v půdě než závlaha touto vodou. Xenobiotické látky jsou většinou sorbovány na tuhé nerozpuštěné látky a deponovány do dnových sedimentů, se kterými se při zvýšených průtocích dostávají do vodního prostředí. Hlavním zdrojem xenobiotických látek v inundovaných půdách není proto voda, ale v ní se nacházející tuhé nerozpuštěné látky. Voda z toků je pro závlahy odebírána tak, aby obsahovala co nejméně těchto látek, protože při provozu závlah způsobují řadu vážných problémů - zvyšují opotřebení čerpadel, zanášejí přívodní kanály, potrubí a akumulární nádrže atd. Odběry jsou navíc realizovány při vláhovém deficitu plodin způsobeném nedostatkem atmosférických srážek - tedy spíše při podprůměrných průtocích. Kromě toho se u většiny závlahových soustav s odběrem vody z Labe před použitím k závlaze voda

akumuluje a při použití **mikrozávlah** (kapkové závlahy a mikropostřiku) se vždy upravuje filtrací. Tím se podstatná část xenobiotických látek z vody odstraňuje. Dále je třeba mít na zřeteli, že od profilu Valy ve směru po toku se kontaminace vody Labe OXL snižuje také jejím **naředo** váním vodou relativně čistých přítoků. Kromě výsledků rozborů vod to prokazují výsledky Amesova testu s vodou Labe z různých kontrolních profilů na Labi provedené v minulých letech¹⁸.

4. Závěr

Experimentem na králících domácích provedeným v r. 1996 nebyl prokázán transfer měřených polárních OXL do svaloviny těchto zvířat. Tyto látky patří mezi nejsilnější mutageny, běžně se nacházející ve vodě Labe. V tuku některých králíků z každé varianty pokusu, tedy i z kontrolní varianty, byly zjištěny některé nepolární OXL. Jako nejnebezpečnější se ukázala kombinace napájení vodou Labe a krmení senem z lokality kontaminované touto vodou, která přichází v úvahu u divoce žijící zvěře. Bylo zjištěno, že při krmení senem z pozemků inundovaných vodou Labe pod Pardubicemi se zvyšuje kumulace rizikových prvků (zejména kadmia) v tkáních zvířat, která může být zvláště vysoká při víceletém krmení krmivem pocházejícím z těchto pozemků či při spásání travních porostů, které se na nich nacházejí.

Při interpretaci výsledků šetření uvedených v této práci je třeba mít na zřeteli, že na kontaminaci půdy a sena xenobiotickými látkami na lokalitě pokusné, i na lokalitě kontrolní se podílela jejich atmosférická depozice. Zvláště významná mohla být na pokusné lokalitě, nacházející se na průmyslovém Pardubicku.

Pro další zlepšení jakosti vody Labe pod Pardubicemi je nezbytné minimalizovat přísun silně mutagenních látek do Labe odpadními vodami z a.s. Synthesia Semtín. To vyžaduje jak účinná opatření ve výrobcích, ze kterých tyto látky odpadají, tak i finančně značně nákladnou likvidaci starých zátěží v areálu závodu. Je nutné stanovit emisní limit pro vybrané chlorované a nitrované fenoly, nitrované aminy a nitroaromáty v odpadních vodách z tohoto závodu. Tyto látky je třeba zařadit mezi OXL monitorované ČHMÚ v Labi pod Pardubicemi v rámci monitoringu jakosti povrchových vod.

V inundačním území Labe pod Pardubicemi je třeba podrobněji kontrolovat a monitorovat obsah xenobiotických látek v půdách, v potravinách rostlinného a živočiš-

ného původu vyprodukovaných v tomto území a ve zde žijící lovné zvěři.

Nezbytná je revize zvláštního opatření při závlaze vodou Labe uloženého provozovatelům závlah z důvodu její kontaminace OXL. Tímto opatřením je provozovatelům závlah uložena povinnost zjišťovat v labské vodě 1x měsíčně obsah všech měřitelných OXL ve všech odběrných profilech. Pro tyto látky nejsou v závlahové vodě, s výjimkou PCB, stanoveny limity. Naprosto zbytečné je sledovat OXL ve všech odběrných profilech. Na jedné závlahové soustavě je jich zpravidla několik a jsou od sebe vzdáleny nejvýše několik kilometrů. Obsah OXL v jednotlivých odběrných profilech se proto nemůže od sebe podstatněji lišit. Zvláštní monitoring obsahu rizikových prvků a OXL ve vodě Labe pro potřeby závlah není třeba vůbec provádět. Pro tyto potřeby lze velmi dobře využít monitoring jakosti vody v tocích prováděný ČHMÚ, budou-li sledované ukazatele doplněny o již zmíněné silně mutagenní OXL. Na to, že síť kontrolních profilů na Labi je postačující i z hlediska závlah ukazuje kvalita vody tohoto toku v jeho podélném profilu.

Negativní vliv závlah vodou Labe na půdu a plodiny na Mělnicku se nepodařilo prokázat ani po téměř třiceti letech jejich provozu. Stejně tomu bylo i na Kutnohorskú. V rámci rozsáhlého šetření provedeného v letech 1990 až 1994 (cit.¹⁹) byly plodiny a půdy mimo jejich chemických rozborů vyšetřeny na mutagenitu Amesovým testem. Na základě těchto poznatků a skutečnosti, že se kontaminace vody Labe xenobiotickými látkami v posledních letech snížila, lze oprávněně označit závlahu touto vodou za nevýznamný zdroj xenobiotických látek v půdě a plodinách.

LITERATURA

1. Zavadil J., Bukovjan K.: *Vliv travního porostu zavlažovaného vodou Labe na zdravotní stav a reprodukci bioindikátorů*. Závěrečná zpráva. VÚMOP a VODZZ-LEM, Praha a Vrané n. Vltavou 1996.
2. Zavadil J., Bukovjan K.: *Vliv cizorodých látek ve vodě Labe na zdravotní stav a reprodukci bioindikátorů*. Závěrečná zpráva. VÚMOP a VODZZ-LM, Praha a Hřiště 1997.
3. Zavadil J.: *Zhodnocení jakosti vody Labe v r. 1994 Z hlediska závlah*. Výzkumná zpráva. VÚMOP, Praha 1994.
4. Ročenka ČHMÚ Jakost vody v tocích 1996.

5. Medek J.: *Vodni Hosp.* 5, 202 (1990).
6. Kult A.: *Celkové zhodnocení jakosti vody v kontrolních profilech ČHMÚ v povodí Labe a Lužické Nisy za období 1991–1993*, díl II. VÚV TGM, Praha 1994.
7. Zavadil J., Kopinec J.: *Výsledky kontroly jakosti vody Labe a Vltavy z hlediska závlah dosažené v r. 1990*. Výzkumná zpráva. VÚMOP a SMS, Praha 1991.
8. Zavadil J.: *Kontrola jakosti vody Labe a Vltavy z hlediska závlah v r. 1991*. Výzkumná zpráva. VÚMOP, Praha 1992.
9. Verner S.: *Vodni Hosp.* 11, 349 (1996).
10. Podlešáková E., Němeček J., Hálová G.: *Rostl. Vyroba* 42, 119 (1996).
11. Vyhláška MŽP č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu.
12. Němeček J., Podlešáková E., Pastuzsková M.: *Rostl. Vyroba* 42, 49 (1996).
13. Němeček J., Podlešáková E.: *Agrochémia* 34, 71 (1994).
14. Podlešáková E., Němeček J., Hálová G.: *Rostl. Vyroba* 40, 69 (1994).
15. Vyhláška MZe ČR č. 194/1996, kterou se provádí zákon o krmivech.
16. Reilley K. A., Banks M. K., Schwab A. P.: *J. Environ. Qual.* 25, 212 (1996).
17. Směrnice MZd ČSR č. 69/1986 o cizorodých látkách v potravinách.
18. Černá M.: *Mutagenní aktivita labské vody. III. část etapového úkolu 03.01.02 státního úkolu Projekt Labe*. VÚV T.G.M., Praha 1992.
19. Zavadil J.: *Kontaminace půdy, plodin a podzemních vod cizorodými látkami ze závlahové vody*. Výzkumná zpráva. VÚMOP, Praha 1994.

L. Zavadil^a and K. Bukovjan^b (^aResearch Institute for Soil and Water Conservation, Prague, ^bVeterinary Sickbay for Small Animals and Game, Laboratories - Monitoring, Přebyslav): **Results of Water-Quality Monitoring in the Elbe River Below Pardubice**

Experiments with rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) were used in the study of cumulation of xenobiotic substances occurring in Elbe water in biota's tissues and their effects on health and reproduction. Samples of feed water (Valy profile of Elbe and Prague tape waters), sewage water from chemical works Synthesia Semtín Co., water from soils where hay was harvested for rabbit feeding, water from fodder (hay and premixes), skeleton muscles, depot fat, liver, blood, and plasma of rabbits were analyzed and pathomorphological investigations of internal organs were performed. As, Hg, Cd, Pb, Cr, Ni, Cu, and Zn were measured as hazardous elements and strippable non-polar compounds, PCB, chlorinated pesticides, polyaromatic hydrocarbons (PAH), chloro- and nitrophenols, triazines, aromatic amines, and nitroaromatics as organic xenobiotic compounds (OXC). Non-polar OXC were determined in rabbit fat, polar OXC in muscles. Elbe water and sewage water from Synthesia were fractioned and the fractions were tested on mutagenity according to Ames. Higher content of Cd was found in the tissues of rabbits fed with hay from land inundated with Elbe water below Pardubice than in those fed with hay from a control locality. However, the permissible limits have not been exceeded in all hazardous elements. In comparison to the control, higher content was found for some PAH (fluoranthene, pyrene, phenanthrene) in rabbit fat. The highest mutagenic activity showed polar substances (chloro- and nitrophenols, aromatic amines, and nitroaromatics).