

Zjištění koncentrací totálního herbicidu glyfosát v organismech zvířat zemědělské krajiny



Polabí, září 2015

Prof. RNDr. Jakub Hruška, CSc.

Praha, duben 2017

Obsah

1	Úvod	3
1.1	Glyfosát.....	3
1.2	Zdravotní rizika	3
1.3	Důsledky pro životní prostředí	3
1.4	Klíčová rozhodnutí na úrovni EU	4
2	Metodika	6
2.1	Výběr cílového druhu a odběry vzorků	6
2.2	Lokality	6
2.3	Analytické stanovení	6
3	Výsledky.....	8
4	Diskuze.....	10
4.1	Odhad koncentrací glyfosátu po předchozí aplikaci	10
4.2	Srovnání s dalšími studii	10
5	Shrnutí, návrh dalších prací	11
5.1	Shrnutí	11
5.2	Návrh dalších prací	11
6	Literatura a internetové zdroje	12

1 Úvod

1.1 Glyfosát

N-(fosfonomethyl)glycin, zjednodušeně nazývaný glyfosát je dosud nejběžnějším světově používaným totálním herbicidem (zahubí všechny rostliny). Byl vyvinut v 70. letech 20. století americkou firmou Monsanto a uveden na trh v roce 1974 pod obchodním názvem Roundup. Několik desetiletí byl považován za prakticky neškodný suchozemským živočichům (tedy včetně člověka). Glyfosát blokuje takzvanou šikinátovou dráhu syntézy aromatických aminokyselin u rostlin. Zablokováním této cesty rostlina postupně hyne, jednak nedostatkem těchto aminokyselin, ale i deregulací celé metabolické dráhy a následným nedostatkem organického uhlíku pro jiné části metabolismu rostliny. Živočichové šikinátovou metabolickou dráhu nemají, a proto pro ně byla předpokládána daleko nižší toxicita než pro rostliny. Glyfosát vstupuje do rostlin přes kutikulu listů (postřikem) a protože povrch kutikuly je obvykle u rostlin chráněn voskovou vrstvou, obsahují aplikační přípravky povrchově aktivní látky (tenzidy), které podstatně zvyšují propustnost kutikuly. Glyfosát účinkuje pomalu, proto je zajištěn transport i do kořenových částí rostliny, a vyhubení i rostlin, které jsou schopny regenerovat z kořenů a jejich částí. Odumření rostliny trvá až dva týdny, někdy i déle. Za ideálních podmínek je glyfosát odbourán v půdně činností mikroorganismů během několika týdnů (1). Pokud ale pronikne do vod, je toxický pro ryby a vodní živočichy.

1.2 Zdravotní rizika

Přestože se zprávy o potenciální toxicitě glyfosátu objevovaly již v minulosti, a například ve Švédsku až do jeho vstupu do EU v roce 1995 bylo zakázáno jej používat, velká změna náhledu přišla až v roce 2015, kdy respektovaná Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC) označila glyfosát za pravděpodobně karcinogenní. K tomuto závěru dospěl tým nezávislých vědců studii na zvířatech i výzkumem u lidí a zařadila ho do skupiny karcinomů 2A s odůvodněním, že glyfosát může způsobovat rakovinu u laboratorních zvířat a u lidí vede ke vzniku ne Hodgkinových lymfomů. Výrobce tyto argumenty ale zpochybňuje, a poukazuje na jiné studie, které údajně toxicitu a genotoxicitu neprokázaly. Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) prohlásil že glyfosát pravděpodobně není karcinogenní, ovšem tento závěr udělal na základě závěrů společností, které ho vyrábějí. Studie, kterou v ČR koordinovalo Hnutí Duha (2) v roce 2013 prokázalo, že šest z deseti Čechů má glyfosát v moči, a to přesto, že dobrovolníci byli obyvatelé měst, kteří by přímo s glyfosátem neměli být v kontaktu. ČR na tom byla o něco hůř než ostatní evropské země. Z výsledků ale vyplynuly alarmující skutečnosti, a to že glyfosát se zřejmě nerozkládá tak, jak výrobci slibují, a zůstává v potravinách, nebo se nesprávně používá (vysoké dávky, nedodržování ochranných lhůt), anebo jsou mu i městští obyvatelé nadměrně vystavováni. Například v Praze se glyfosát dosud běžně používá k „údržbě“ chodníků proti růstu plevelů. Městské části Praha 6 a Praha 7 používání glyfosátu zastavili, ale například magistrát hlavního města Prahy, stejně jako Lesy hl. m. Prahy ho běžně používají. I městští obyvatelé jsou tedy velmi přímému účinku glyfosátu vystaveni. Přitom evropské metropole, jako například Vídeň či švédský Goteborg glyfosát při údržbě měst nikdy nepoužívali, nebo jeho užití již zastavili (Berlín).

1.3 Důsledky pro životní prostředí

Relativní „bezpečnost“ tohoto totálního herbicidu způsobila, že je masivně používán, a velmi často i nadužíván. Stal se běžnou součástí agrotechnických postupů, a to nejen hubení plevelů, pro který byl původně určen. Je masivně užíván pro předsklizňovou desikaci mnoha plodin, zejména řepky, ale i

kukuřice, slunečnice, obilovin a brambor. Tato desikace, po které rostliny „uschnou“, umožňuje efektivní a jednoduchou sklizeň, do životního prostředí se tak ale zcela nadbytečně dostává velké množství dnes již velmi podezřelých chemikálií. V posledních letech se navíc velmi rozmohla podzimní desikace strnišť, kdy zemědělci místo orby posklizňové „podrůstky“ prostě postříkají glyfosátem. Dosud zelená strniště zežloutnou, živočichové zde dostanou přímou dávku jedu a zmizí jim poslední zbytky potravy a úkrytu. Je to citelná rána pro již tak těžce zkoušenou biodiverzitu zemědělské krajiny.

V ČR se také běžně glyfosát používá v lesnictví, a to k tzv. chemické přípravě před výsadbou sazenic. Veškerá vegetace se zničí aplikací herbicidu a pak se do uvolněného prostoru vysadí sazenice. Zhruba 20% v ČR spotřebovaného glyfosátu se použije právě v lesnictví.

Dalším velkým odběratelem glyfosátu je Správa železniční dopravní cesty, která herbicid masivně aplikuje na redukci plevelů na kolejový svrsek tratí.

Přestože aplikace glyfosátu v naší krajině je masivní a často nadbytečná, přímé důkazy o vlivu na biodiverzitu chybí, a to zejména proto, že je zřejmě dosud nikdo systematicky neshíral. Překvapivě nejen v České republice, i ve světové literatuře je publikovaných studií velmi málo. To ale tušené souvislosti poškozování biodiverzity nijak nevyvrací, spíše se naskytá otázka, zda v případě glyfosátu se v jistém smyslu neopakuje „tabákový“ scénář, kdy výrobci cigaret dlouhá desetiletí úspěšně bagatelizovali škodlivé účinky kouření.

Již dlouhou dobu jsou v podezření z toxických účinků takzvaní koktejly nejrůznějších agrochemikálií. Zjednodušeně řečeno, směs látek, z nichž každá zvlášť projde současnými toxikologickými testy jak „netoxická“ může v kombinaci s jinými látkami mít fatální účinky. Asi nejznámější je syndrom zhroucení včelstev, kdy se z dosud neznámých příčin rozpadne včelí společenstvo, které je jinak objektivně v plné síle. Podezření v tomto případě padá na směs neonikotinoidů (syntetických insekticidů) a dalších agrochemikálií. A právě hojně užívaný glyfosát může být jednou z klíčových složek těchto směsí.

Evropa je na tom s aplikací glyfosátu ještě relativně dobře v porovnání se zbytkem světa. Firma Monsanto již začátkem 90. let 20. století objevila v půdě továrny na výrobu glyfosátu kmen bakterie *Agrobacterium tumefaciens*, které se díky dlouhodobému vystavení účinkům tohoto herbicidu staly vůči němu rezistentní (1). Z bakterie následně firma izolovala gen, který byl vložen do některých zemědělských plodin. K dispozici je tak mnoho plodin odolných glyfosátu. Jedná se o sóju, řepku, kukuřici, bavlník, vaječnou řepu a cukrovou řepu (1). Tyto geneticky modifikované plodiny (GMO) s rezistencí ke glyfosátu se označují jako „Roundup Ready“ plodiny a tvoří většinu (80 %) celkové výměry osaté geneticky modifikovanými plodinami (1). Jejich běžné použití je ale v Evropě zakázáno.

1.4 Klíčová rozhodnutí na úrovni EU

Všechny shora popsané skutečnosti se, i když pro českého skeptika trochu neočekávaně, odrazily při posuzování prodloužení registrace (tedy povolení k použití) glyfosátu na evropské úrovni. Poslední patnáctiletá registrace vypršela 30. 6. 2016. A Evropský parlament, a nutno dodat, že i významnou zásluhou českého europoslance Pavla Poce (ČSSD) v červnu 2016 rozhodl, že glyfosátu registraci neprodlouží. Toto rozhodnutí sice zvrátila Evropská komise, která v tomto případě (bohužel) měla právo rozhodnutí europarlamentu změnit, ale i tak je registrace prodloužena jen o 18 měsíců do konce roku 2017. V tomto období proběhne dalšímu posouzení zdravotních rizik, které provede

Evropská agentury pro chemické látky (ECHA), jejíž stanovisko by mělo být známo v druhé polovině roku 2017.

Postoj České republiky vystihuje následující výňatek z tiskové zprávy (3) ÚKZUZ (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský) který je rezortním pracovištěm MZe:

Evropská komise v červnu schválila nařízení o možnosti uvádět na trh v zemích EU přípravky obsahující herbicidní látku glyfosát po dobu 18 měsíců, ale tímto nařízením nestanovila podmínky používání. V tuto chvíli je schváleno navazující nařízení Evropské komise, které stanoví určitá omezení pro použití glyfosátu.

Dne 11. července 2016 členské státy odhlasovaly text navazujícího nařízení Evropské komise, které stanoví určitá omezení pro použití glyfosátu. Konkrétní termíny a forma omezení přípravků obsahujících glyfosát budou předmětem jednání mezi členskými zeměmi a rovněž v rámci České republiky mezi Ministerstvem zemědělství, Ministerstvem zdravotnictví a ÚKZÚZ.

Tato omezení zahrnují:

zákaz použití formulační přísady ethoxylovaného aminu loje v přípravcích obsahujících glyfosát,
posouzení, zda ošetření, prováděná krátce před sklizní, jsou v souladu se zásadami správné zemědělské praxe,
omezení nebo zákaz použití glyfosátu v určitých citlivých oblastech, jako jsou parky, dětská, školní a sportovní hřiště a v blízkosti zdravotnických zařízení.

Vyplývá z něj, že ČR, na rozdíl od mnoha evropských států, zřejmě nebude nijak zpřísnovat minimální celoevropská omezení. V prvním bodě se hovoří o zákazu používání tenzidů, které usnadňují průnik herbicidu do rostliny a zvyšují jeho účinek. Autor příspěvku je zejména zvědav, jak bude posouzen druhý bod, tedy zda předsklizňová desikace bude zakázána, anebo se ukáže, že „správné zemědělské praxi“ vlastně vyhovuje. V tom případě ale tento pojem evidentně ztrácí smysl, když vědomé riziko by bylo součástí „správné zemědělské praxe“. V opatřeních nefigurují použití v lesnictví, dopravě a zřejmě česky specifická podzimní desikace polí místo orby.

Česká republika také prostřednictvím ministra zemědělství Mariana Jurečky byla proti zákazu používání glyfosátu při klíčových evropských jednáních. Z dosavadního přístupu jednotlivých evropských států ale jasně vyplývá vědomí rizik spojených s aplikací glyfosátu. Například Francie deklarovala již v květnu 2016, že se chystá použití glyfosátu plošně zakázat, ať již dopadne posuzovací proces jakkoliv.

2 Metodika

2.1 Výběr cílového druhu a odběry vzorků

Pilotní zjištění koncentrace glyfosátu bylo provedeno v moči zajíce polního (*Lepus europeus*). Zajíc je typickým a relativně dlouhověkým (až několik let, typicky ale je průměrné stáří populace do dvou let) obyvatelem zemědělské krajiny. Žije trvale v prostředí, kde je vystaven účinkům glyfosátu, a to jak přímým (postřiky několikrát ročně), tak je látkou zasažena jeho běžná potrava, což jsou zemědělské plodiny ve všech stádiích růstu a dále byliny a dřeviny v místě se vyskytující. Moč byla vybrána jako médium, které integruje všechny kapalné metabolické produkty, stejně jako nemetabolizované cizorodé látky.

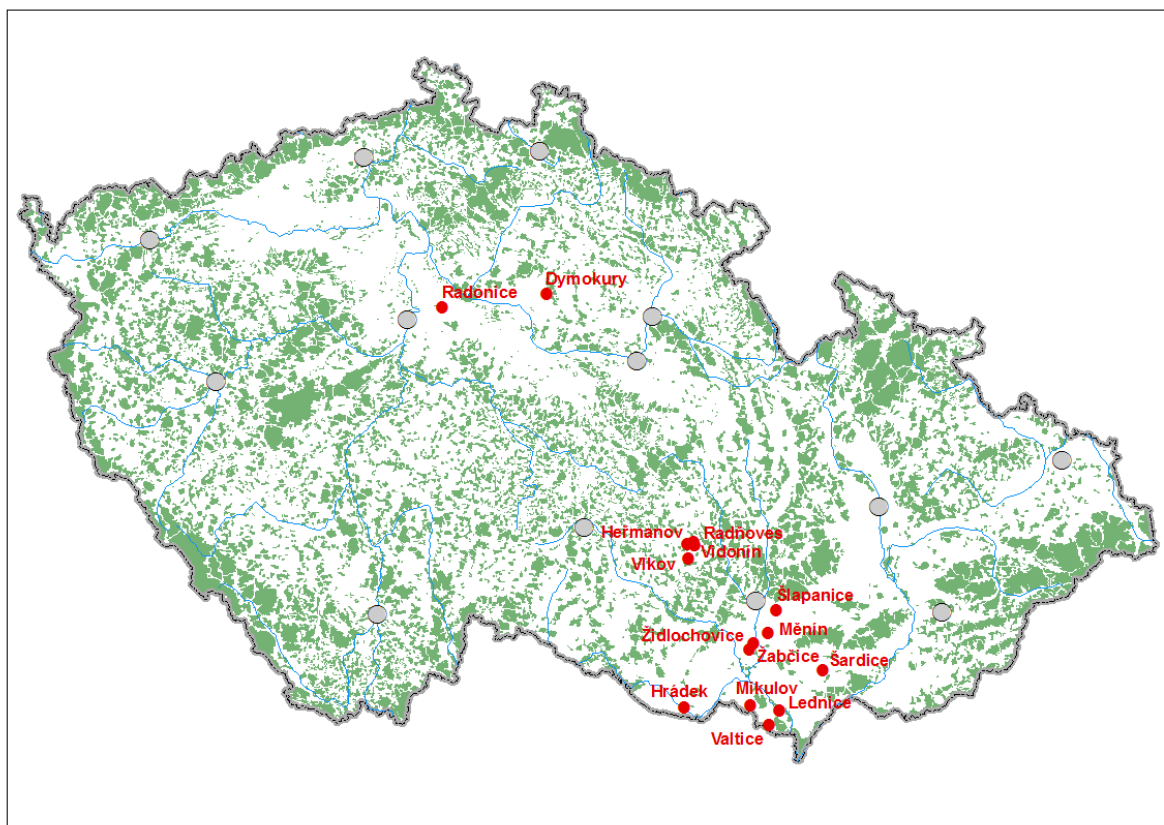
Vzorky byly odebírány z čerstvě ulovených zajíců po honech mezi polovinou listopadu a koncem prosince 2016. Vzhledem k masivnímu úbytku populace zajíce polního prakticky na celém území ČR byl výběr řízen zejména vůbec možností odběry uskutečnit, protože v mnoha honitbách se zajíci již mnoho let neloví (což nijak nepřispívá ke zvýšení jejich početnosti). Z ulovených zajíců byla vymačkána moč ihned po ulovení do polyetylenové vzorkovnice o objemu 50 ml. Byl odebírán směsný vzorek z více jedinců, bez rozlišení pohlaví a věku. Množství moči kolísalo u jednotlivých zvířat v rozmezí 0 - ca. 10 ml. Směsný vzorek byl pořízen podle velikosti úlovku z 2-20 zvířat. Výjimkou je lokalita Šlapanice, kde pochází vzorek jen z jednoho jedince. Vzorek byl ještě ten den zmrazen na -18 °C a po celou dobu až do odeslání na analýzu uchováván zmražený při -18 °C.

2.2 Lokality

Vzorky byly odebrány na 17 místech ČR (mapa 1 a tabulka 1), převážně v zemědělsky exponovaných nížinách jižní Moravy (9 lokalit), Polabí (2 lokality) a pro porovnání i v oblasti zemědělsky méně exponované Českomoravské vysočiny (4 lokality). Vybraný soubor současně reprezentuje i oblasti, kde se dodnes zajací populace vyskytuje v počtech umožňujících lov.

2.3 Analytické stanovení

Glyfosát a jeho metabolit AMPA byly stanoveny metodou plynové chromatografie s hmotnostně spektroskopickou detekcí (Conrad et al. 2017) v laboratořích Medizinisches Labor Brehmen v Německu. Detekční limit stanovení byl 0,1 ug/L pro glyfosát i metabolit AMPA. Laboratoř se podílela na předchozích průzkumech koncentrací glyfosátu v lidské moči, včetně jediného průzkumu uskutečněného dosud v ČR (2).



Mapa. 1. Odběrová místa zaječí moči, listopad-prosinec 2016

3 Výsledky

Celkem bylo v rámci studie odebráno 17 vzorků. Koncentrace glyfosátu byly změřeny v rozmezí 0,25 ug/L – 36,80 ug/L, tedy více než v rozmezí dvou řádů. Průměrná koncentrace byla 6,3 ug/L, medián pak 3,6 ug/L. Koncentrace metabolitu AMPA pak v rozmezí 0,05 ug/L – 3,24 ug/L, což je také rozmezí dvou řádů, ale obdobě průměr je 0,91 ug/L a medián 0,68 ug/L. Obecně platí, že vyšší koncentrace AMPA byly změřeny u vzorků s vyšším obsahem glyfosátu, vztah ale není statisticky významný. U glyfosátu je rozdíl mezi průměrem a mediánem ovlivněn jednou velmi vysokou hodnotou (36,8 ug/L v Židlochovicích).

Nejvyšší koncentrace glyfosátu byla změřena v moči zajců z Židlochovic (36,8 ug/L), nejnižší pak v lokalitě Valtice-meze (0,25 ug/L), obě lokality se nacházejí na jižní Moravě, v oblasti intenzivního zemědělského využívání krajiny.

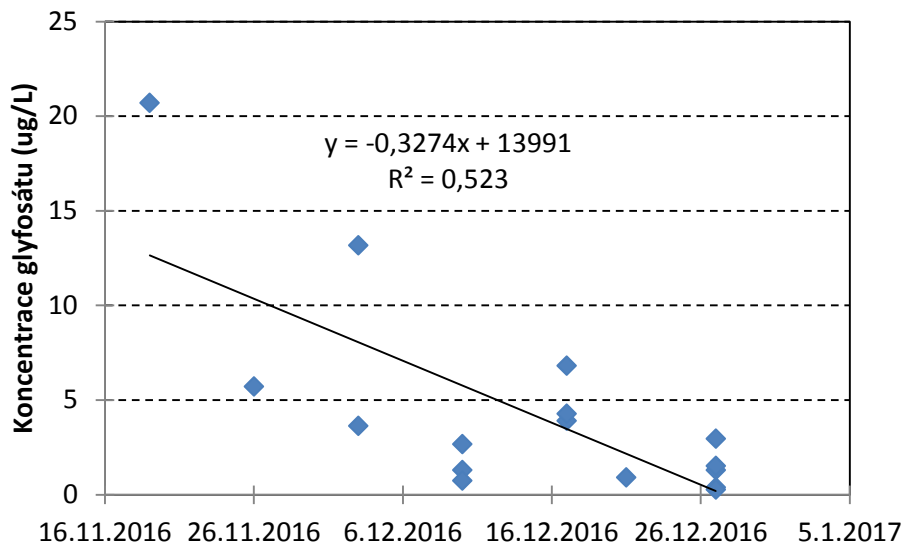
Tabulka 1. Koncentrace glyfosátu a metabolitu AMPA v zaječí moči, řazeno podle data odběru.

Lokalita	Datum	Glyfosát µg/L	AMPA µg/L
Radňoves	19.11.2016	20,69	3,24
Hrádek	26.11.2016	5,70	0,73
Heřmanov	3.12.2016	13,16	0,49
Radonice	3.12.2016	3,63	2,56
Šardice	10.12.2016	1,29	0,18
Vlkov	10.12.2016	0,73	0,63
Žabčice	10.12.2016	2,66	0,28
Dymokury	17.12.2016	4,27	0,92
Mikulov	17.12.2016	3,89	1,58
Vidonín	17.12.2016	6,81	1,52
Lednice Obelisk	21.12.2016	0,90	0,57
Židlochovice	21.12.2016	36,80	1,30
Měnin	27.12.2016	2,94	0,75
Šlapanice	27.12.2016	1,29	0,38
Valtice-meze	27.12.2016	0,25	0,05
Valtice-sady	27.12.2016	1,51	0,27
Valtice-vinohrady	27.12.2016	0,37	0,05

Na druhou stranu koncentrace naměřené v oblasti Českomoravské vysočiny jsou také vysoké (Radňoves 20,69 ug/L a Heřmanov 13,16 ug/L), a nepodporují hypotézu, že pouze předpokládaná míra intenzity využívání krajiny zemědělstvím je hlavním určujícím faktorem výskytu glyfosátu v zaječí moči. Relativně nízké koncentrace byly naměřeny také v jihomoravské oblasti (Valtice, Měnin), stejně ale i opět na Českomoravské vysočině (Vlkov).

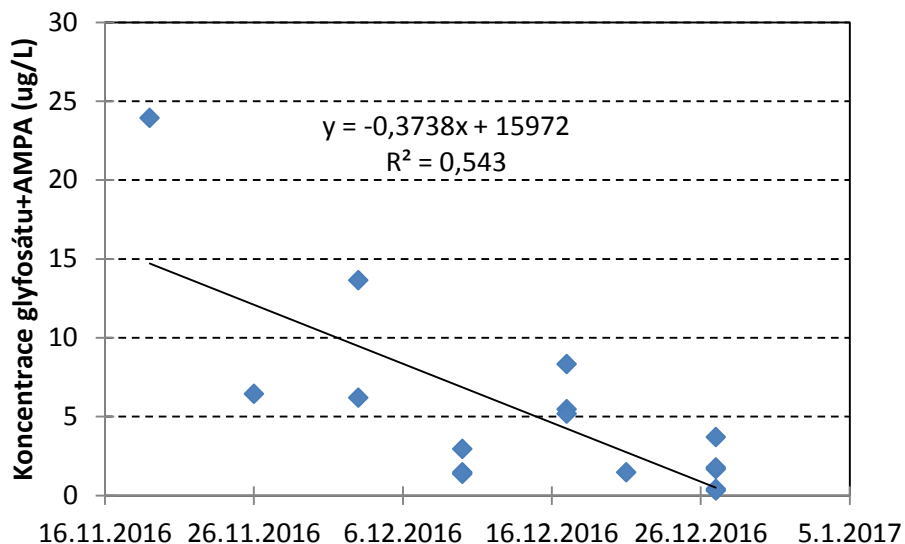
Pokud bychom dokonce odběry rozdělili na oblasti, pak nejvyšší průměr by byl nalezen pro Českomoravskou vysočinu 10,3 ug/L (4 vzorky), následovanou jižní Moravou (5,2 ug/L, 11 vzorků) a Polabím (4,0 ug/L, jen 2 vzorky).

Do jiného kontextu ale výsledky dostaneme, pokud je seřadíme podle data odběru (obr. 2). Koncentrace glyfosátu statisticky významně ($p < 0,005$) klesá s časem, a to bez jasného vztahu k odběrové lokalitě. Vzorky odebrané na konci prosince (kdy ale bylo organizováno více odběrů, protože hlavní doba lovu zajíce v ČR je prosinec) mají významně nižší koncentrace glyfosátu i metabolitu AMPA než vzorky odebrané v listopadu a počátkem prosince.



Obr. 2. Vztah mezi koncentrací glyfosátu a datem odběru.

Ještě statisticky silnější vztah je dosažen, pokud je korelován čas a suma koncentrace glyfosátu a metabolitu AMPA (obr. 3). Je tedy velmi pravděpodobné, že během podzimu dochází k metabolizování a vylučování glyfosátu, který se do organismu zajíců dostal během předchozí vegetační sezóny.



Obr. 3. Vztah mezi sumou koncentrací glyfosátu a metabolitu AMPA a datem odběru.

4 Diskuze

4.1 Odhad koncentrací glyfosátu po předchozí aplikaci

Využívání glyfosátu v zemědělství lze rozdělit do zhruba tří období – je to jednak jarní příprava půdy před setím a také hubení trav a plevelů v sadech a vinohradech. Další masovou aplikaci pak představuje „dosoušení“ plodin před sklizní, a to zejména obilovin a řepky. Třetím obdobím je pak v posledních letech neblaze rozšíření desikování podrůstků na sklizených polích místo podzimní orby. Tato podzimní desikace je pravděpodobně hlavním zdrojem glyfosátu, který je pak nalézán v tělních tekutinách zajíců.

Jistou představu o koncentracích v druhé polovině září, kdy se většina desikace podrůstků glyfosátem provádí, můžeme získat z lineární regrese časové závislosti poklesu koncentrací v listopadu-prosinci (obr. 2). Použijeme-li tuto závislost, pak by konzervativní odhad byl zhruba 30-40 ug/L samotného glyfosátu a 35-45 ug/L sumy glyfosátu a metabolitu AMPA. Že je tato odhadnutá průměrná koncentrace realistická, svědčí i to, že hodnota 36,8 ug/L byla naměřena ve vzorku z Židlochovic i v prosinci 2017. Zpětný odhad může být ale velmi podhodnocen, protože v otevřené literatuře není uváděna kinetika rozpadu a metabolismu glyfosátu.

4.2 Srovnání s dalšími studii

V dostupné otevřené literatuře se nenachází žádná studie, která by se zabývala koncentracemi glyfosátu v moči zajíců, či jiných obdobných volně žijících živočichů. Nelze tedy provést adekvátní srovnání. V literatuře se ale vyskytují údaje o koncentracích glyfosátu v lidské moči, a s nimi je možné provést srovnání (tab. 2).

Tabulka 2. Srovnání koncentrací glyfosátu v lidské moči (různí autoři) a zaječí moči v této studii

Účastníci	Průměrná koncentrace (ug/L)	Maximální koncentrace (ug/L)	Reference
48 farmářů z Minnesoty a Jižní Karolíny (USA) a jejich ženy a 79 dětí	3,2	233 (farmář) 29 (dítě)	Acquavella et al. (2004)
48 žen, 47 mužů, 117 dětí z farem a „ne-farem“, Iowa (USA)	1,1,-2,7	18 (farmářské dítě)	Curwin et al. (2007)
1 farmář, jeho žena a 3 děti (Evropa)	n.d.	9,5 (farmář) 2 (dítě)	Mesnager et al. (2012)
182 občanů EU	0,21	1,82	Hoppe (2013)
40 mužů a žen, studenti, Německo	n.d.	5	Markard (2014)
>>300 lidí (hlavně Němci)	<2	5	Kruger et al. (2014)
35 žen a dětí (USA)	n.d.	18,8	Honeycutt and Rowlands (2014)
Zaječí moč ze 17 lokalit ČR	6,3	36,8	Tato studie

Studie jsou soustředěny zejména do Evropy (a tam hlavně do Německa) a do USA. Nejvyšší koncentrace byly nalezeny u farmářských rodin v nejstarší studii z Jižní Karolíny a Minnesoty (Acquavella et al 2004), kdy maximální naměřená koncentrace 233 ug/L u aktivního farmáře byla ale řádově vyšší než ostatní nalezené hodnoty. Průměr byl pro celý soubor 3,2 ug/L. Obecně lze říci, že hodnoty u zkoumaných osob v USA byly vyšší než pro evropskou populaci, což může souviset jednak s tím, že v USA byly přednostně zkoumány farmářské rodiny, které s glyfosátem přijdou častěji do styku než obyvatelé evropských měst, u kterých byly prováděny evropské studie. Také to zřejmě souvisí s benevolentnějšími předpisy v USA a s tím, že americké práci našly rozdíl mezi hodnotami u skupin farmářů, které používaly ochranné pomůcky (brýle, rukavice, gumovou obuv) a těmi, kteří je nepoužívali.

Rozsáhlá evropská studie, ve které se účastnili i čeští dobrovolníci (Hoppe 2013) ukázala, že glyfosát má v moči více než 60% obyvatel evropských měst, i když koncentrace v porovnání s farmáři byly relativně nízké. Ovšem i sama přítomnost glyfosátu, který by měl být poměrně rychle odbouratelný je u koncových uživatelů potravin znepokojující.

V porovnání s lidskými hodnotami jsou koncentrace v zaječí populaci ČR velmi vysoké, kdy lidské průměry i maxima překračuje těchto 17 vzorků několikanásobně (tab. 2). Je navíc otázkou, kterou by bylo potřeba řešit, kolik glyfosátu by se našlo v zaječích těsně po aplikaci glyfosátu, protože třeba první americká studie byla zaměřena právě na období aplikace na polích a rozdíl mezi před-aplikační, aplikační a post-aplikační dobou byl u zkoumaných osob značný. Glyfosát se do organismu nedostává pouze dietetickou cestou, naopak inhalace a průnik kůží je nejčastější kontaminací u farmářů (Acquavella et al. 2004).

Přímý několikanásobný postřik organismů v zemědělské krajině musí zanechat jejich populace ve velmi špatném stavu.

5 Shrnutí, návrh dalších prací

5.1 Shrnutí

- a. Tato pilotní studie ukázalo relativně vysoké, a však místně velmi rozdílné koncentrace glyfosátu a jeho metabolitu AMPA v zaječí moči. Nebyly zjištěny rozdíly mezi jednotlivými regiony.
- b. Z výsledků vyplývá statisticky významný pokles koncentrace glyfosátu s časem, a to bez ohledu na region.
- c. Na základě tohoto zjištění lze předpokládat, že koncentrace glyfosátu v době aplikace jsou zřejmě mnohem vyšší než koncem roku, kdy byla část látky již odbourána a metabolizována.

5.2 Návrh dalších prací

- a. Odebrat a stanovit koncentrace glyfosátu v tělních tekutinách a orgánech v době aplikace látky (vrcholné léto, kdy probíhá desikace plodin před sklizní, a podzim, kdy probíhá desikace podrůstků na polích)
- b. V těchto obdobích odebrat i vzorky vod, půd a postižených rostlin
- c. Stanovit míru vlivu na životní funkce živočichů a na biodiverzitu zemědělské krajiny
- d. Navrhnout eliminační opatření

6 Literatura a internetové zdroje

- André Conrad, A, Schröter-Kermani C, Hoppe, H-C, Rüter A, Pieper S, Kolossa-Gehring M. (2017): Glyphosate in German adults – Time trend (2001 to 2015) of human exposure to a widely used herbicide. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 220, 8–16.
- Niemann, L, Sieke C, Pfeil R, Solecki R. (2015): A critical review of glyphosate findings in human urine samples and comparison with the exposure of operators and consumers. *J. Verb. Lebensm.* 10, 3-12.
- Acquavella JF Alexander BH, Mandels JS, Gustin C, Baker B Chapman P, Bleeke M (2004): Glyphosate biomonitoring for framers and their families: results from the farm family exposure study. *Env. Helth Persp.* 112(3), 321-326.
- Curwin BD, Hein MJ, Sanderson WT, Striley S, Heederik D et al. (2007): Urinary pesticide concentrations among children, mothers and fathers living in farm and non-far households in Iowa. *Ann. Occup. Hyg.* 51(1), 53-65.
- Mesnager R, Moesch C, Le Grand R. et al. (2012): Glyphosate exposure in a farmer's family. *J. Environ. Protect.* 23, 1001-1003.
- Hoppe HW (2013) Determination of glyphosate residues in human urine samples from 18 European countries. Medical laboratory Brehmen/Germany. Unpublished test report MLHB-2013-06-06 of 12 July 2013.
- Markard C (2014): Ergebnisse der Vorstudie „HBM von Glyphosate. Federal Environmental Agency (UBA).
- Kruger M, Schledorn P, Schrodli W et al. (2014): Detection of glyphosate residues in animals and humans. *J. Environ. Anal. Toxicol.* 4:201.
- Honeycutt Z and Rowlands H (2014): Glyphosate testing report Finding in Americas Mother's breast milk, urine and water. Unpublished report 7 April 2014 available from the website „Moms Across America“ and „Sustainable Pulse“.

Internetové zdroje:

- (1) <https://cs.wikipedia.org/wiki/Glyfos%C3%A1t>
- (2) <http://www.hnutiduha.cz/aktualne/sest-z-deseti-cechu-ma-v-tele-toxicky-herbicid>
- (3) http://eagri.cz/public/web/ukzuz/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2016_schvaleni-glyfosatu-bylo-prodlouzeno-o.html