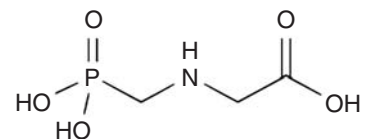


Lze z vysokého množství glyfosátu v moči zajíce polního dovodit rizikovost používání?

V posledních zhruba třech letech se vyhrotila diskuze, zda nejpoužívanější totální herbicid světa glyfosát je, nebo není, toxický pro teplokrevné živočichy, především pro člověka. Ve stínu hlavního tématu však zůstává ještě jeden aspekt, a tím je vliv všeobecného nadužívání tohoto herbicidu na biodiverzitu. Ten dosud příliš argumentačně využit nebyl, přestože zatím posledním dějstvím boje (jinak tento spor nazvat nelze) je poměrně neočekávané prodloužení možnosti používání glyfosátu v zemích Evropské unie o dalších pět let, a to bez jakýchkoli centrálních omezení, přestože již v r. 2016 návrhy některých omezení na úrovni EU padly. Na téma nepřímé nebo chronické toxicity glyfosátu či vlivu na biodiverzitu existuje ve volně dostupné vědecké literatuře překvapivě málo studií. Zvláštní je to zejména ve světle toho, jak velká množství glyfosátu jsou ve světě spotřebovávána – a spotřeba neustále roste. Abychom tuto mezeru alespoň částečně zaplnili, rozhodli jsme se podívat na koncentrace glyfosátu a jeho metabolitu kyseliny aminometylfosfonové (AMPA) v moči zajíce polního (*Lepus europaeus*). Zajíc byl zvolen jako typický stálý obyvatel agroekosystémů naší zemědělské krajiny, který je po celý rok vystaven jak přímým (postřik), tak nepřímým (příjem potravy) účinkům glyfosátu a dalších chemikálií doprovázejících aplikaci herbicidu.

Látka N-(fosfonometyl)glycin, zjednodušeně nazývaná glyfosát, byla vyvinuta v 50. letech 20. stol. švýcarským chemikem H. Martinem pro farmaceutické účely, k čemuž ale nebyla využívána. Herbicidní účinek pak objevil v 70. letech J. Franz v USA a r. 1974 byl uveden na trh herbicid pod obchodním názvem Roundup. Několik desetiletí byl považován za prakticky neškodný suchozemským živočichům (včetně člověka). Blokuje tzv. šikimátovou dráhu syntézy aromatických látek, např. aminokyselin tryptofanu, fenylalaninu a tyrozinu, z fosfoenolpyruvátu a erytróza-

-4-fosfátu (k meziproduktům patří kyselina šikimová) u rostlin. Ty postupně hynou, jednak nedostatkem těchto aminokyselin, ale i deregulací celé metabolické dráhy a následným nedostatkem organického uhlíku pro jiné části metabolismu (o účincích na rostliny a používání v zemědělství i v Živě 2012, 6: CXXXII–CXXXV a 2013, 4: LXXXVI–LXXXVII). Živočichové tuto metabolickou dráhu nemají, a proto pro ně byla předpokládána daleko nižší toxicita glyfosátu než pro rostliny. Herbicid vstupuje do rostlin při obvyklém použití hlavně přes kutikulu listů (postřikem). Protože



1

povrch kutikuly bývá chráněn voskovou vrstvou, obsahují aplikační přípravky povrchově aktivní látky (tenzidy), které podstatně zvyšují propustnost rostlinné pokožky (tenzid polyetoxylovaný tallowanin je toxický už při nízké koncentraci a byl doporučen zákaz jeho přidávání do herbicidu). Glyfosát účinkuje pomalu, proto dochází i k transportu do kořenových částí rostlin, a vyhubení i těch druhů, které jsou schopny regenerovat z kořenů a jejich částí. Odumření rostliny trvá až dva týdny, někdy déle. Za ideálních podmínek je glyfosát odbourán v půdě činností mikroorganismů během několika týdnů. Pokud ale pronikne do vod, je toxický pro ryby, obojživelníky a vodní bezobratlé (Stoycheva 2011). Ukazuje se, že se na glyfosát může vytvářet rezistence. Dnes je známo již 16 druhů rostlin (např. violka trojbarevná – *Viola tricolor* nebo v. rolní – *V. arvensis*; blíže světová databáze rezistentních plevelů www.weedscience.org), které jsou vůči glyfosátu přirozeně odolné (tedy bez genetické manipulace, viz dále).

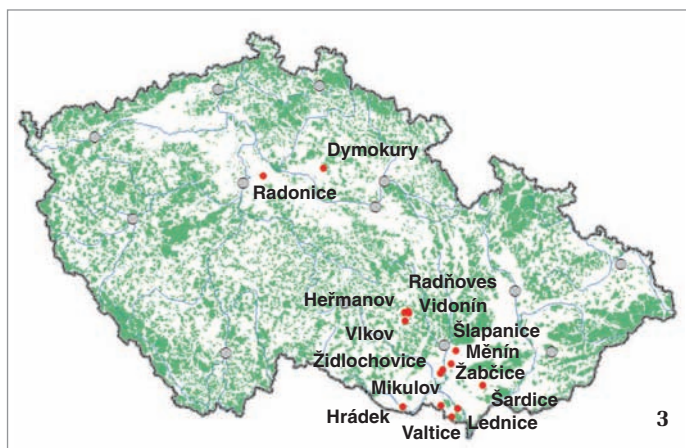
Zdravotní rizika

Přestože se zprávy o potenciální toxicitě glyfosátu objevovaly již v minulosti, např. ve Švédsku až do jeho vstupu do EU v r. 1995 bylo zakázáno ho používat, velká změna přišla v r. 2015, kdy respektovaná Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC) označila glyfosát za pravděpodobně karcinogenní. K tomuto závěru dospěl tým nezávislých vědců studiem na zvířatech i výzkumem u lidí, a byl proto agenturou zařazen do skupiny karcinogenů 2A s odůvodněním, že může způsobovat nádorové bujení u zvířat a u lidí vede ke vzniku Non-Hodgkinových lymfomů (nádorů lymfatických uzlin). Výrobci tyto argumenty ale zpochybňují a poukazují na jiné studie, které údajně toxicitu a genotoxicitu neprokázaly. Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) prohlásil, že glyfosát zřejmě karcinogenní není, ovšem tento úsudek vytvořil na základě závěrů společností, které herbicid vyrábějí. L. N. Vandenberg a kol. (2017) nově uvádějí, že podle nepublikovaných studií provedených americkou agenturou Environmental Protection Agency (US EPA) je dostatek důkazů, že glyfosát způsobuje u myši zvýšení výskytu vzácných tumorů ledvin, hemangiosarkomu, tumorů kůže a nezhoubných nádorů (adenomů) slinivky břišní. Tyto výsledky ale neměla k dispozici při svém hodnocení ani IARC, ani EFSA. Na úrovni tvrzení se zmiňuje, že může způsobovat i celiakii, poruchu pozornosti hyperaktivitou nebo dokonce autismus. Seriózní důkazy ale neexistují.

1 Molekula nejužívanějšího herbicidu světa N-(fosfonometyl)glycinu – glyfosátu
2 Podzimní dosoušení (desikace) výdrolu sklizené plodiny glyfosátem místo orby. Polabí, září 2016



2



Studie, kterou v ČR koordinovalo Hnutí Duha v r. 2013, prokázala, že 6 z 10 Čechů má glyfosát obsažen v moči, a to přesto, že dobrovolníky byli obyvatelé měst, kteří by přímo s herbicidem neměli být v kontaktu. Výsledky navíc na našem území dopadly o něco hůře než v jiných evropských zemích. Vyplynuly z nich ale alarmující skutečnosti, a to že se glyfosát nejspíš nerozkládá tak, jak výrobci uvádějí, a zůstává v potravinách, nebo se v zemědělské praxi nesprávně používá (vysoké dávky, nedodržování ochranných lhůt) a jsou mu nadměrně vystavováni i městští obyvatelé. V Praze např. glyfosát dosud běžně slouží k „údržbě“ chodníků proti růstu trav a plevelů. Město Brno a městské části Praha 6 a Praha 7 aplikaci glyfosátu zastavily, ale např. Magistrát hl. m. Prahy, stejně jako Lesy hl. m. Prahy v této praxi nadále pokračují. I lidé ve městech jsou tedy často vystaveni jeho přímému účinku. Přitom mnohé evropské metropole (Vídeň nebo švédský Göteborg) glyfosát nikdy nepoužívaly, nebo užiti již zastavily (Berlín).

Důsledky pro životní prostředí

Předpokládaná „bezpečnost“ tohoto totálního herbicidu způsobila, že se stal běžnou součástí agrotechnických postupů, a to nejen k hubení plevelů, pro který byl původně určen. Intenzivně se uplatňuje při před sklizňové desikaci mnoha plodin,

zejména řepky, ale i kukuřice, slunečnice, obilovin a brambor. Desikace, po které rostliny „uschnou“, umožňuje efektivní a jednoduchou sklizeň, do životního prostředí se ale zcela zbytečně dostává velké množství dnes již velmi podezřelých chemikálií. V posledních letech se rozmohla podzimní desikace strnišť, kdy zemědělci posklizňové „podrůstky“ postříkají glyfosátem. Dosud zelená strniště zežloutnou (obr. 1), polní živočichové dostanou přímou dávku této látky a zmizí jim poslední zbytky potravy a úkryt. Je to další citelná rána pro již tak těžce zkoušenou biodiverzitu zemědělské krajiny.

Na našem území se také glyfosát aplikuje v lesnictví k chemické přípravě před výsadbou. Veškerá vegetace se zničí herbicidem a do uvolněného prostoru se vysadí sazenice. Zhruba 20 % v ČR spotřebovaného glyfosátu je použito v lesnictví. Další velký odběratel – Správa železniční dopravní cesty – jím pravidelně redukuje porosty na tratích. Opomenout nelze ani využívání v ochraně přírody při údržbě lokalit proti zarůstání dřevinami a při potlačování invazních druhů rostlin.

Spotřeba glyfosátu v ČR vzrostla od poloviny 90. let na více než trojnásobek (viz obr. 6) a místo původního účelu jeho aplikace – odplevelení polí před setím – se stal součástí postupů pěstování, sklizně úrody a přípravy půdy na další sezonu.

3 Lokality, kde probíhal odběr vzorků zaječí moči, v listopadu až prosinci 2016.

4 Zajíc polní (*Lepus europaeus*) je jako obyvatel polí vystaven vlivům zemědělského hospodaření. Foto J. Bohdal

5 Obyvatelé zemědělské krajiny, např. bažanti (na obr.), koroptve nebo zajáci, ztrácejí po aplikaci herbicidu možnosti úkrytu i zdroje potravy. Foto P. Marada

6 Spotřeba glyfosátu v České republice v letech 1995–2016. Upraveno podle dat Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (www.eagri.cz)

7 Vztah mezi součtem koncentrací glyfosátu a metabolitu AMPA a datem odběru. Blíže v textu. Snímky a orig. J. Hrušky, pokud není uvedeno jinak

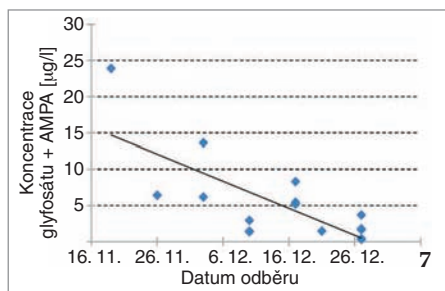
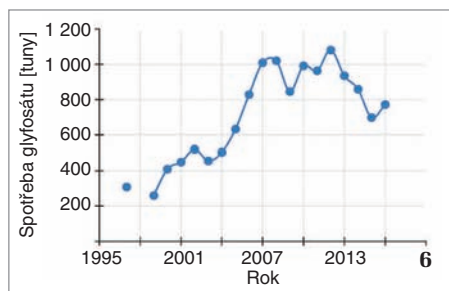
Přestože použití glyfosátu je v naší krajině intenzivní a často nadbytečné, přímé důkazy o jeho vlivu na biodiverzitu chybí, a to zejména proto, že je zřejmě dosud nikdo systematicky nesbíral. Překvapivě nejen v ČR, i ve světové literatuře existuje jen málo publikovaných studií. To ale tušené souvislosti poškozování biodiverzity nevyvrací, spíše se naskytá otázka, zda v případě glyfosátu se v jistém smyslu neopakuje scénář, kdy výrobci cigaret dlouho úspěšně bagatelizovali škodlivost kouření.

Již dlouhou dobu jsou v podezření z toxických účinků tzv. koktejly nejrůznějších agrochemikálií. Zjednodušeně směs látek,

Tab. 1 Koncentrace herbicidu glyfosátu a jeho metabolitu kyseliny aminometylfosfonové (AMPA) v moči zajíce polního (*Lepus europaeus*) na různých lokalitách a 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
Vlčkov	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





Tab. 2 Srovnání koncentrací glyfosátu v lidské moči (podle různých autorů) a zaječí moči v naší studii (Hruška 2017)

Účastníci	Průměrná koncentrace [µg/l]	Maximální koncentrace [µg/l]	Reference
48 farmářů z Minnesoty a Jižní Karolíny (USA), jejich ženy a 79 dětí	3,2	233 (farmář) 29 (dítě)	Acquavella a kol. (2004)
48 žen, 47 mužů, 117 dětí z farem a mimo farmy, Iowa (USA)	1,1–2,7	18 (dítě farmáře)	Curwin a kol. (2007)
1 farmář, jeho žena a 3 děti (Evropa)	hodnota neuvedena	9,5 (farmář) 2 (dítě)	Mesnager a kol. (2012)
182 občanů EU	0,21	1,82	Hoppe (2013)
40 mužů a žen, studenti (Německo)	neuvedeno	5	Markard (2014)
přes 300 lidí (hlavně Němci)	< 2	5	Kruger a kol. (2014)
35 žen a dětí (USA)	neuvedeno	18,8	Honeycutt a Rowlands (2014)
Zaječí moč ze 17 lokalit ČR	6,3	36,8	Tato studie

z nichž každá zvlášť projde současnými toxikologickými testy jako „nejedovatá“, ale v kombinaci s jinými látkami může mít fatální účinky. Asi nejznámější je syndrom zhroucení včelstev, kdy se z dosud neznámých příčin rozpadne včelí společenstvo, které se nachází objektivně v plné síle. Podezření v tomto případě padá na kombinaci neonikotinoidů (syntetických insekticidů, např. Živa 2014, 4: C–CII) a dalších agrochemikálií. A právě glyfosát může tvořit jednu 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. stol. objevila v půdě pozemků továrny na výrobu glyfosátu kmen bakterie *Agrobacterium tumefaciens*, které se díky dlouhodobému vystavení tomuto herbicidu staly vůči němu rezistentními. Z bakterie byl izolován gen, jenž byl vložen do některých zemědělských plodin. K dispozici tak máme řadu plodin odolných vůči glyfosátu – sóju, řepku, kukurici, bavlník, vojtěšku a cukrovou řepu. Tyto geneticky modifikované organismy (GMO) s rezistencí ke glyfosátu se označují jako Roundup Ready a představují většinu (80 %) celkové výměry osadě geneticky modifikovanými plodinami, hlavně v Severní a Jižní Americe, ale i ve východní a jižní Asii. Jejich běžné pěstování v EU je zakázáno.

Výběr cílového druhu a odběry vzorků
Zajíc polní je typickým a relativně dlouhověkým (až několik let, obvykle ale průměrně stárí populace nepřesahuje dva roky) obyvatelem naší zemědělské krajiny. Žije trvale v prostředí, kde je vystaven účinkům glyfosátu, a to jak přímým (postřiky několikrát ročně), tak nepřímým, kdy je zasažena jeho potravou, tedy zemědělské plodiny ve všech stádiích růstu a jiné

byliny a dřeviny. Moč byla vybrána jako médium, které zahrnuje všechny kapalně metabolické produkty, stejně jako nemetabolizované cizorodé látky.

Vzorky jsme odebírali do polyetylenové zkumavky o objemu 50 ml z čerstvě ulovených zajíců po honech mezi polovinou listopadu a koncem prosince 2016. Vzhledem ke značnému úbytku populace zajíce polního prakticky na celém našem území byl výběr řízen především možností odběru uskutečnit, protože v řadě honitěb se zajíců již mnoho let neloví. Byl odebírán směsný vzorek z více jedinců (podle velikosti úlovku ze dvou až 20) bez rozlišení pohlaví a věku. Množství moči kolísalo u jednotlivých zvířat v rozmezí 0–10 ml. Tentýž den byl vzorek zmrazen na -18 °C a uchováván při této teplotě po celou dobu až do odeslání na analýzu. Údaje jsme získali na 17 lokalitách (obr. 3 a tab. 1), převážně v zemědělsky exponovaných nížinách jižní Moravy (9 míst), Polabí (dvě lokality) a pro porovnání v zemědělsky méně využívané Českomoravské vysočině (čtyři lokality). Soubor reprezentuje oblasti, kde dodnes najdeme početnější zaječí populace.

Analytické vyhodnocení a výsledky

Glyfosát a jeho metabolit AMPA byly stanoveny plynovou chromatografií s hmotnostně spektroskopickou detekcí (Conrad a kol. 2017) v laboratořích Medizinisches Labor Brehmen v Německu. Detekční limit stanovený byl 0,1 µg/l pro glyfosát i metabolit AMPA. Laboratoř se již podílela na předchozích průzkumech obsahu glyfosátu v lidské moči, včetně jediného výše zmíněného průzkumu uskutečněného v ČR.

Celkem jsme odebrali 17 vzorků. Koncentrace glyfosátu byly změřeny v rozmezí 0,25–36,80 µg/l (průměr 6,3 µg/l), u meta-

bolitu AMPA 0,05–3,24 µg/l, což je také rozmezí dvou řádů (průměr byl 0,91 µg/l). Obecně platí, že vyšší koncentrace AMPA byly naměřeny u vzorků s vyšším obsahem glyfosátu, tento vztah ale není statisticky významný.

Nejvyšší koncentraci jsme zaznamenali u zajíců ze Židlochovic (36,8 µg/l), nejnížší v lokalitě Valtice – meze (0,25 µg/l). Obě se nacházejí na jižní Moravě, v krajinně intenzivně zemědělsky využívané. Na druhou stranu i koncentrace zjištěné na Českomoravské vysočině jsou vysoké (Radňoves 20,69 µg/l a Heřmanov 13,16 µg/l) a nepodporují hypotézu, že pouze předpokládaná míra intenzity zemědělského obhospodařování krajiny je hlavním faktorem přítomnosti glyfosátu v zaječí moči. Relativně nízké koncentrace byly naměřeny rovněž v jihomoravské oblasti (Valtice, Měnin), stejně jako na Českomoravské vysočině (Vlkov). Pokud bychom odběry rozdělili geograficky, pak nejvyšší průměr byl nalezen pro Českomoravskou vysočinu 10,3 µg/l (čtyři vzorky), následováno jižní Moravou (5,2 µg/l, 11 vzorků) a Polabím (4,0 µg/l, jen dva vzorky).

Do jiného kontextu ale výsledky dostaneme, pokud je seřadíme podle data odběru (obr. 7 a tab. 1). Koncentrace glyfosátu statisticky průkazně klesá s časem, a to bez jasného vztahu k lokalitě. Vzorky z konce prosince (v té době vrcholí doba lovu zajíců v ČR) obsahují významně nižší koncentrace glyfosátu i metabolitu AMPA než vzorky odebrané v listopadu a počátkem prosince. Je tedy velmi pravděpodobné, že na podzim dochází k metabolizování a vylučování glyfosátu, který se do organismu zajíců dostal během vegetační sezony.

Odhad koncentrací herbicidu po předchozí aplikaci

Využívání glyfosátu v zemědělství lze rozdělit zhruba do tří období – prvním je jarní příprava půdy před setím, včetně hubení trav a plevelů v sadech a vinohradech. Další masovou aplikaci představuje „dosoušení“ plodin před sklizní, zejména obilovin a řepky. Ve třetím období se vysoušejí „podrůstky“ na sklizených polích místo podzimní orby. Tento podzimní postřik představuje pravděpodobně hlavní zdroj glyfosátu, který jsme našli.

Jistou představu o koncentracích v druhé polovině září, kdy se většina desikace výdrolu glyfosátem provádí, můžeme získat z lineární regrese časové závislosti poklesu koncentrací v listopadu až prosinci (obr. 7). Použijeme-li tuto závislost, pak by byl konzervativní odhad zhruba 30–40 µg/l samotného glyfosátu a 35–45 µg/l součtu glyfosátu a metabolitu AMPA. Že je tato odhadnutá průměrná koncentrace reálná, dosvědčuje, že hodnota 36,8 µg/l byla naměřena ve vzorku ze Židlochovic ještě v prosinci 2016. Zpětný odhad může být ale ve skutečnosti podhodnocen, protože v literatuře není uváděna kinetika rozpadu a metabolismu glyfosátu.

Srovnání s dalšími studiemi

V dostupných vědeckých publikacích nenajdeme studii, která by se zabývala koncentracemi glyfosátu v moči zajíců nebo jiných volně žijících živočichů. Nelze tedy provést odpovídající srovnání.

V literatuře se ale vyskytují údaje o koncentracích v lidské moči (tab. 2).

Studie jsou soustředěny zejména do Evropy (hlavně do Německa) a do USA. Nejvyšší koncentrace byly zaznamenány u farmářských rodin v nejstarší studii z Jižní Karolíny a Minnesoty (Acquavella a kol. 2004), kdy maximální naměřená koncentrace 233 µg/l u aktivního farmáře byla ale řádově vyšší než ostatní zjištěné hodnoty (průměr souboru 3,2 µg/l). Obecně lze říci, že koncentrace u zkoumaných osob v USA byly vyšší než u evropské populace, což může souviset s tím, že v USA se do výzkumu přednostně zapojily farmářské rodiny, které s glyfosátem přijdou do styku častěji než obyvatelé měst, u nichž byly prováděny evropské studie. Také to může souviset s benevolentnějšími předpisy v USA a s tím, že americké práce našly rozdíl mezi hodnotami u zemědělců používajících ochranné pomůcky (brýle, rukavice, gumovou obuv) a těch, kteří je nepoužívali. Na rozdíl od Evropy jsou v USA povoleny k pěstování GMO Roundup Ready plodiny, jež snesou mnohem vyšší koncentrace a aplikace glyfosátu.

Evropská studie (Hoppe 2013), již se účastnili i čeští dobrovolníci, ukázala, že glyfosát má v moči více než 60 % obyvatel měst, i když koncentrace v porovnání s far-

máři byly relativně nízké. I sama přítomnost glyfosátu, který by měl být poměrně rychle odbouratelný, je však u koncových uživatelů potravin více než znepokojující.

V porovnání s hodnotami zjištěnými u lidí jsou koncentrace v zaječí populaci ČR velmi vysoké a překračují průměry i maxima (s jedinou výjimkou) u člověka několiknásobně (viz tab. 2). Je navíc otázkou, kterou by bylo třeba řešit, kolik glyfosátu bychom našli v zajících těsně po aplikaci, protože např. první americká studie u farmářů probíhala právě v období postřiku na polích a rozdíl mezi dobou před, po a při aplikaci byl u zkoumaných osob značný. Glyfosát se do organismu nedostává jen s potravou, nejčastějším způsobem kontaminace je inhalace a průnik kůží (Acquavella a kol. 2004).

Shrnutí a perspektivy

Několikanásobný postřik živočichů, jako je zajíc, a jejich lokalit, musí zanechat jejich populace ve velice špatném stavu. Nejen pro zatím neprokázaný přímý účinek, ale zejména pro téměř kompletní ztrátu zbytků potravy na rozsáhlých plochách monokulturních půdních bloků. Jaký může mít vliv na bezobratlé živočichy, dosud nevíme, i když první studie působení glyfosátu na potravní sítě hmy-

zu se v ČR začínají vyhodnocovat (Saska a kol. 2018).

Glyfosát se stal ale i tématem politickým. Většina západních států EU chápe, že množící se nepřímé indicie ukazují, že není, jak výrobci tvrdili, zcela neškodný. Problém se vyhrotil i nebývalým nárůstem užití této látky. Výzkum bude jistě pokračovat v nezávislých institucích v mnohem větší míře než dosud, protože nové povolení na pět let situaci spíše rozjitzilo. V běhu jsou nové genetické studie a práce zkoumající glyfosát jako možný endokrinní disruptor (hormonálně aktivní látku).

Členské státy EU mají možnost přijmout vlastní omezující podmínky a mnohé již deklarovaly po hlasování v Bruselu v listopadu 2017, že to udělají. Francie chce používání do tří let zakázat zcela, stejně jako Itálie. Je smutné, že český ministr zemědělství vždy hlasoval proti jakémukoli omezení. Jak se k problému, který je v podmínkách velkoplošného zemědělství v ČR zvlášť palčivý, postaví nová vláda, uvidíme. Princip předběžné opatrnosti velí omezit používání tohoto herbicidu na zdůvodněné případy – jediné hubení plevelů před setím. Všechny ostatní aplikace ukazují zbytečný luxus „moderního“ zemědělství.

Použitá literatura uvedena na webu Živy.

Jan Pluháček, Luděk Bartoš, Jitka Bartošová, Michaela Levá

Kojení ve stínu koní

1. O mateřské investici a chování potomků zebry stepní

Kojení je jedním z nejvýznamnějších atributů chování savců, bezpochyby ho můžeme nazývat slovy amerického biologa, zakladatele sociobiologie E. O. Wilsona (1975) „klíčem k poznání jejich sociobiologie“. Při detailnějším zhodnocení znalostí o tomto jevu však záhy zjistíme, že dokonale bylo prostudováno pouze u několika modelových druhů, zatímco o kojení jiných toho příliš nevíme. K dobře prozkoumaným druhům patří kůň domácí (*Equus ferus caballus*), v jeho stínu se však nacházejí ostatní druhy koňovitých (Equidae), včetně všech tří druhů zeber. V první části tohoto článku se proto budeme zabývat kojením obecně a ověřováním některých teorií na údajích získaných z pozorování zebry stepní (*Equus quagga*) v podmínkách královédvorské zoologické zahrady. V příští části se podíváme na vzájemné srovnání kojení u všech tří druhů zeber.

Z hlediska sociobiologického lze na kojení savců pohlížet především jako na velmi náročnou investici matky do svého potomka. U většiny savců představuje laktace pro samici větší zátěž než březost nebo páření, neboť při ní se energetické výdaje zvýší o 80 %, kdežto při březosti pouze o 20 % oproti kontrolnímu stavu. Páření v tomto ohledu téměř nestojí za povšimnutí. Laktace je rovněž obdobím náročným

na příjem vody. Navíc může zejména za nepříznivých podmínek zhoršovat další život matky, jak ilustruje dnes již klasický příklad u jelena evropského (*Cervus elaphus*). Kojící laně mají sníženou pravděpodobnost vlastního přežití do dalšího roku, menší pravděpodobnost zabřeznutí, a pokud již zabřeznou, stane se tak později a následující potomek bude mít nižší hmotnost než u laní dosud jalových

(Clutton-Brock a kol. 1989). Oddálení další reprodukce kvůli kojení bylo prokázáno u řady savců včetně námi zkoumaných zeber stepních (Živa 2009, 5: 230–231; o závislosti odstavení hříbat na březosti klisny pojednával též článek v Živě 2010, 2: 92–93). Proto je samice nucena zohledňovat vlastní potřeby a nesmí se laktací zcela vyčerpat, což se jí může stát i při dostatku potravy a vody.

Laktace tak přímo výrazně ovlivňuje chování samic, jež tráví více času příjmem potravy a méně odpočinkem než nekojící samice. Kromě toho musejí často navštěvovat vzácnější zdroje bohaté na určité živiny. Nelze opominout ani rizikový moment samotného kojení, které může lákat predátory, a proto by nemělo být neúměrně časově prodlužováno. Nezanedbatelný není ani vliv na formování skupin nebo stád. Právě u zeber bylo zjištěno, že kojící

