

## Round Up nebo Round Down?

V minulém roce vyšel v Živě (2012, 6: CXXXII–CXXXIV) kritický příspěvek M. Kovářové Glyfosátové herbicidy – sleva, která není zadarmo, jenž byl zčásti překladem článku Dona M. Hubera z Purdue University v USA (2010), doplněný souhrnem informací různého původu. V rámci recenze mi byla nabídnuta možnost textu přímo stručně komentovat a nyní se k němu šířeji vrátím s odkazem na jednotlivé pasáže.

Nejsem profesí přímo „herbicidolog“, a tak jsem si potřebná data dohledal v literatuře a zároveň konzultoval s uznávanými odborníky, kteří se tématu dlouhodobě věnují (např. s Janem Mikulkou z Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v. v. i., a Josefem Soukupem z České zemědělské univerzity v Praze). A snad jsem tak získal i obecnější nadhled nad touto složitou a nejen odborně, ale celospolečensky závažnou problematikou. Žel nemohu než znovu konstatovat, že výše zmiňovaný článek je čtenáři předložil příliš „černobíle“, z mého pohledu tendenčně a v dílčích odborných pasážích chybně. V celkovém kontextu pak jako obecnou obžalobu nejen samotného glyfosátu, ale také geneticky modifikovaných (GM) plodin, nesoucích „cizorodé, původně bakteriální geny“ rezistentní ke glyfosátu. Podle článku hlavně kvůli nim celosvětově nesmírně vzrostla spotřeba glyfosátových herbicidů, ohrožujících nejen přírodní ekosystémy, ale i lidské zdraví. Z kulturních GM plodin se vnesené geny posléze mohou šířit do příbuzných planých rostlin (včetně různých plevelů) a podmiňovat jejich nežádoucí herbicidovou odolnost (přesněji toleranci). A jak článek správně konstatuje, v souladu s trvale a obecně fungujícími mechanismy spontánní mutagenese či selekce dříve nebo později „zazračně odolné Roundup Ready plodiny“ tuto toleranci nutně ztratí. A různé vedlejší účinky glyfosátu – od devastace půdy a ohrožení různých živočichů až po nástup patogenů množících se na plodinách, které glyfosát nezahubil, ale jen zdecimoval, se vrátí farmářům jako nový problém. V titulu zmíněná „sleva“ je tedy nejen dočasná, ale navíc velmi riziková.

Ano, čísla uváděná v recentních statistikách vypadají varovně. Plochy GM plodin celosvětově rychle rostou. Údaje hovoří o více než polovině osevních ploch sóji (zejména té tolerantní vůči Roundupu), více než třetině kukuřice, které vévodí různé BT odrůdy s geny *Cry* pocházejícími z bakterie *Bacillus thuringiensis*, s odolností proti zavíječi kukuřičnému (*Ostrinia nubilalis*), ale také brouku bázlivci kukuřičnému (*Diabrotica virgifera*; viz též Živa 2012, 2: 55–56). Moderní odrůdy vykazují zároveň toleranci k herbicidům, skoro 15 % BT bavlníku (např. v Indii přes 80 % ploch) nebo téměř 10 % řepky (opět Roundup Ready – RR)... A právě na plodiny tolerantní ke glyfosátu připadá více než 80 % podíl ze všech pěstovaných GM. Údaje o situaci

přímo v USA lze považovat za ještě více alarmující: tolerantní na glyfosát má být až 94 % nyní pěstované sóji, 73 % bavlníku a 72 % kukuřice. Glyfosát se tak jen na sójových plantážích aplikuje až 7× více než všechny další herbicidy dohromady. Ale proč také ne – v mnoha případech je nejen nahradil, ale i předčil. A to nejen „slevou“ ekonomickou, ale také ekologickou.

Jenže – to není specifický problém GM plodin, ale obecné agrobiologické riziko jakékoli monokulturně pěstované plodiny. Zpracování půdy, rotace plodin v osevním postupu, herbicidy – kombinaci těchto tří základních strategií „boje s plevely“ používá svět vlastně od začátku 20. stol. Objev a použití syntetického auxinu 2,4-D vedlo k prvnímu velkému rozšíření zhruba od 40. let. Dalším příkladem počátku takové expanze je aplikace triazinových herbicidů (zejména atrazinu) působících na fotosyntetický aparát rostlin v 60. letech. A mezi lety 1980–90 byly zavedeny herbicidy na bázi sulfonylmočoviny, jejichž účinek vyplýval z inhibice enzymu acetolaktát syntázy (ALS), nutného pro syntézu alifatických aminokyselin.

Ve všech těchto případech vedly aplikace k různým posunům plevelového spektra a také k zákonitému vzniku a rozšíření rostlinných populací tolerantních či rezistentních k těmto herbicidům. Přesto se např. 2,4-D nadále v USA používá na 21 až 33 % ploch pro pěstování pšenice, kukuřice, bavlníku a sóji, atrazin v 65 % ploch kukuřice a ALS inhibitory u 35 % ploch sóji (Johnson a kol. 2009).

Herbicidní využití glyfosátu objevil chemik firmy Monsanto J. E. Franz v r. 1970. Čtyři roky poté se stal glyfosát účinnou složkou herbicidu Roundup. Měl mít – a snad nadále má – několik unikátních vlastností. V první řadě specifitu účinku jen na rostliny. Za druhé výraznou schopnost chelátovat (aktivně na sebe vázat) ionty různých kovů, případně jiné kationty, a tak se pevně vázat v půdě v blízkém okruhu ošetřené rostliny a neohrožovat „širší ekosystém“. Ale právě tato pevná vazba by podle textu nejen komentovaného článku (viz dále) měla být příčinou jednoho z jím vyvolaných vedlejších účinků na biologii ošetřených půd. Tedy masivního ochuzení půdy o esenciální mikroprvky. Pokud se glyfosát nerozpadne, nebo (spolu s nimi?) neputuje někam jinam. Zájemcům doporučuji mimo jiné k přečtení zcela recentní kritickou rešerši od Václava Kúdely Ohrožují glyfosátové herbicidy udržitelnost intenzivních pěstitelských systémů? otištěnou ve sborníku konference Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin (Praha 13.–14. února 2013, [www.katedry.czu.cz/storage/2791\\_Sbornik\\_stresy\\_2013.pdf](http://www.katedry.czu.cz/storage/2791_Sbornik_stresy_2013.pdf)).

A opět – tato schopnost vázat se pokud možno pevně na půdní prostředí ošetřovaného pozemku je jednou z vítaných vlast-

ností každého herbicidu, včetně tří výše jmenovaných skupin. Má zamezit nežádoucímu vyplavování, ať již herbicidu nebo produktů rozpadu, na neošetřené plochy, případně do vodních zdrojů.

Pokud se sám nerozpadne. Podle kritického článku v Živě: „Rozklad glyfosátu ve většině půd je pomalý nebo žádný, a pokud k odbourávání dochází, jde o vedlejší metabolismus mikrobů.“ Snažil jsem se nalézt důvěryhodný podklad s originální odbornou citací tohoto zásadního tvrzení, ale marně.

A obecná biologická – nejen tedy „bezprostředně herbicidní“ škodlivost glyfosátu? V komentovaném článku, právě tak jako na řadě různorodých internetových stránek „ekologického zabarvení“ najdete jako nezvratné pravdy celý soubor glyfosátových obžalob. Např.: „Glyfosát je toxický pro žízály, symbiotické mykorrhizní houby..., omezuje mikroby, jež převádějí nerozpuštěné půdní oxidy manganu a železa na formy dostupné pro rostliny..., fixátory dusíku..., i organismy podílející se na přirozené biologické kontrole nemocí rostlin způsobovaných půdními mikroorganismy...“ Ale „I přes svou toxicitu vůči mikroorganismům stimuluje glyfosát patogenní půdní mikroby, jež...“ následuje seznam dotyčných patogenních bakterií a hub. Populární článek nebývá doplněn originálními literárními odkazy – a přebírání dat z druhé ruky, nadto webových, nutně vede ke zkreslení informace.

V zásadním rozporu s tím, co jsem si o biologickém mechanismu působení totálních glyfosátových herbicidů dosud myslel, je také tvrzení, že k úhynu jimi zasazených rostlin dochází hlavně následkem rozpadu jejich ochrany vůči patogenním. Opět – glyfosátem vyvolaná blokáda funkce cílového enzymu šikimátové dráhy EPSPS (5-enolpyruvylšikimát-3-fosfát syntáza) rozvrátí mnohé metabolické procesy rostliny, včetně tvorby fytoalexinů, flavonoidů atd. Pokud zasažená rostlina přežije (třeba i proto, že farmář herbicid příliš naředil), je logicky více zranitelná svými biologickými nepřáteli. Ale pokud jste někdy použili Roundup podle návodu v praxi, jeho letální působení je velmi rychlé.

Co říkají k tématu jiné prameny? Pročtěte si např. práci Laure Mamy a kol. (2010), v níž autoři uzavírají, že „farmářské systémy využívající glyfosát jsou nadále považovány za mající menší dopad na lidské zdraví než ty postavené na použití jiných herbicidů.“ Totéž konstatují v kontextu s „impaktem environmentálním“. Otázkou je zatím biologická účinnost jednoho z hlavních meziproductů rozpadu glyfosátu, aminometylfosfonové kyseliny (AMPA), která se rovněž vyznačuje poměrně pevnou vazbou na půdní strukturu.

A do třetice o ekologických důsledcích. Stuart J. Smyth a kol. (2011) hodnotili různé „environmentální dopady“ velkoplošného pěstování transgenní řepky tolerantní k herbicidům v západní Kanadě. Vedle řepky typu RR i řepky typu Liberty Link. Aktivní složkou příslušných herbicidů řady Liberty či Basta je glufosinát (jinak fosfintotricin). Tuto biocidní látku produkují bakterie *Streptomyces viridochromogenes*. Glufosinát inhibuje enzym glutaminsyntázu, podílející se na metabolismu

dušiku v rostlinách – důsledkem aplikace herbicidu je endogenní hromadění amoniaku a postupná intoxikace rostlinného organismu. Příslušné GM plodiny tolerantní ke glufosinátu byly získány introdukci jiných genů téhož bakteriálního původu. Jejich produkty mění glufosinát na herbicidně neúčinnou formu. Závěry této studie? Náhrada konvenčních odrůd, a tedy konvenčních herbicidů geneticky modifikovanými vedla ke snížení celkového aplikovaného množství herbicidů o 1,3 miliardy kg ročně (přes zvětšení ploch řepky z ca 5,19 milionů ha na 6,27 milionů ha). Omezila nutnost orby, a tím i eroze, naopak se zvýšila půdní vlhkost. Výrazně poklesly náklady, spotřeba paliv nebo produkce CO<sub>2</sub>.

Mohl bych pokračovat v polemice k důležitým bodům glyfosátové obžaloby či obhajoby – ale na straně druhé nemohu pominout obecnější apel. Je pravdou, že v kontextu nikoli s tuzemským, ale celosvětovým masivním rozšiřováním ploch pěstování plodin tolerantních k herbicidům si určitě „zaděláváme na problém“. Tato sleva na pěstebních nákladech rozhodně není a nebude zadarmo. A staví nás opět před nutností rozhodnout nikoli mezi zlem a dobrem, ale mezi větším či menším

zlem. Což je otázka provázející nejen využití GM plodin, ale velkoplošné a monokulturní konvenční zemědělství vůbec. Ať již to „zelené – bez GM“ nebo „biotechnologické – s GM“. A vracející se dokonce třeba až k použití DDT jako dosud nenahraditelného „antimalarika“.

Na straně druhé – pokud si čtenář přečte různé, již aspoň 10 let trávající mezinárodní internetové polemiky na téma glyfosát a lidské zdraví, nenajde spolehlivý příklad jeho zdravotní nebezpečnosti. A nevydělá se tedy titulky jako Studie: Jedovatý herbicid má v těle 6 z 10 Čechů. A kdyby jen Čechů, ale i obyvatel 18 evropských států. Ano, žijeme v „době jedové“. Jak dlouho? Těžko říci, záleží na citlivosti a spolehlivosti příslušné analytiky. Vadí našemu zdraví dotyčná „denní dávka“ nepřekračující oficiální hygienická doporučení? A mimo to – kolik máme v moči jiných herbicidů, které nikoho neznepokojují?

Pozorným čtenářům jistě neušlo, že tato analytická data už nejsou dávana do souvislosti jen s geneticky modifikovanými RR plodinami. A vůbec ne v Evropě – kde by se v ní při všech moratoriích vzaly. Na vině je zřetelně jiné praktické použití – např. aplikace glyfosátu pro vyvolání předsklizňového úhynu natí různých plodin.

Takže klidně dál udržujeme evropskou živočišnou výrobu dovozy zaoceánské sójové moučky, zřejmě vesměs RR původu. Vlastní GM sóju, ani jiné plodiny s kombinovanou herbicidní tolerancí/rezistencí Evropa nejspíš pěstovat nebude, vlajková loď této problematiky, tedy firma Monsanto, v Evropě se svým výzkumem končí.

Glyfosátové herbicidy asi ještě dlouho budeme využívat jen jako alternativu k těm ostatním, na jejichž vedlejší účinky na životní prostředí jsme si většinou psychicky zvykli. Rozumnější alternativy k herbicidovým aplikacím – zejména střídání plodin a hloubkové zpracování půdy naše zemědělská monokulturní velkovýroba bohužel asi hned tak upřednostňovat nebude. A dál budeme zásobovat naši krajinu klasickými herbicidy, ale také zbytečnými tunami insekticidů. Neboť BT GM plodiny jsou také ideologicky nepatřičné – ač nejruznější typy komerčních bioinsekticidů, doporučovaných biozemědělcům, obsahují stejný účinný faktor – cry-toxin *Bacillus thuringiensis*. Ale to už je jiná kapitola.

Doporučenou literaturu najdete na webu Živy.

## Kontaktní adresy autorů

### Miloš Anděra

Národní muzeum  
Václavské nám. 68  
115 79 Praha 1  
e: milos\_andera@nm.cz

### Jiří Bašta

Správa Krkonošského národního parku  
Dobrovského 3  
543 01 Vrchlabí  
e: jbasta@krnap.cz

### Jiří Brabec

Muzeum Cheb  
nám. Krále Jiřího z Poděbrad 493/4  
350 11 Cheb  
e: jiri.brabec@muzeumcheb.cz

### Jan Buchar

Katedra zoologie PřF UK  
Viničná 7  
128 44 Praha 2

### Jan Čerovský

Pernerova 50  
186 00 Praha 8  
e: jan@cerovsky.net

### Josef Fanta

Ke Králům 1109  
252 29 Dobřichovice  
e: jfanta.cz@gmail.com

### Lubomír Hanel

257 62 Kladruby 33  
e: lubomirhanel@seznam.cz

### Jan Hřebačka

Správa Krkonošského národního parku  
Dobrovského 3  
543 01 Vrchlabí  
e: jhrebacka@krnap.cz

### Štěpán Husák

Botanický ústav AV ČR, v. v. i.  
Dukelská 135  
379 82 Třeboň  
e: husak@botany.cas.cz

### Jakub Kašpar

Správa Krkonošského národního parku  
Dobrovského 3  
543 01 Vrchlabí  
e: jkaspar@krnap.cz

### Ondřej Košulič

Ústav ochrany lesů a myslivosti  
LDF MENDELŮ  
Zemědělská 3  
613 00 Brno  
e: ondra.kosulic@seznam.cz

### George O. Krizek

2111 Bancroft Place, N. W.  
200 08 Washington D.C.  
USA

### Vojen Ložek

Nušlova 55/2295  
158 00 Praha 13 – Stodůlky

### Václav Mahelka

Botanický ústav AV ČR, v. v. i.  
Zámek 1  
252 43 Průhonice  
e: vaclav.mahelka@ibot.cas.cz

### Zdeněk Opatrný

Katedra experiment. biologie rostlin PřF UK  
Viničná 5  
128 44 Praha 2  
e: zdenek.opatrnny@natur.cuni.cz

### Vlastimil Pilous

A. Jiráska 396  
543 71 Hostinné  
e: vlpilous@seznam.cz

### Jan Plesník

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR  
Kaplanova 1931/1  
148 00 Praha 11 – Chodov  
e: jan.plesnik@nature.cz

### Irena Schneiderová

Katedra myslivosti a lesnické zoologie  
FLD ČZU  
Kamýčká 1176  
165 21 Praha 6 – Suchbát  
e: schneiderova@fld.czu.cz

### Otakar Schwarz

Správa Krkonošského národního parku  
Dobrovského 3  
543 01 Vrchlabí  
e: oschwarz@krnap.cz

### Hana Skálová (F. Krahulec)

Botanický ústav AV ČR, v. v. i.  
Zámek 1  
252 43 Průhonice  
e: skalova@ibot.cas.cz

### Jan Suda

Katedra botaniky PřF UK  
Benátská 2  
128 01 Praha 2  
e: suda@natur.cuni.cz

### Jan Štursa

Správa Krkonošského národního parku  
Dobrovského 3  
543 01 Vrchlabí  
e: jstursa@krnap.cz

### Karel Tajovský

Biologické centrum AV ČR, v. v. i.  
Ústav půdní biologie  
Na Sádkách 7  
370 05 České Budějovice  
e: tajov@upb.cas.cz

### Jan Vaněk

Správa Krkonošského národního parku  
Dobrovského 3  
543 01 Vrchlabí  
e: jvanek@krnap.cz