

HT Plodiny - Plodiny necitlivé na systémové herbicidy

Jaroslav Drobník

Po nedávném schválení průmyslové odrůdy bramboru Amflora pro pěstování se v Evropě očekává změna politiky ve vztahu k transgenní plodinám liberálnější směr. Před Amflorou byla jediná povolená odrůda Bt kukuřice MON 810. Je schváleno několik transgenních odrůd pro dovoz a zpracování, to ovšem nic nepřináší našim zemědělcům, protože přínos transgenních odrůd je při jejich pěstování.

Také spotřebitelé na tom nejsou nejlépe. Mohou si za to ovšem sami. Pokud budou u nich převládat pověry o rizikovosti transgenních plodin, nebude pro odrůdy výhodné pro spotřebitele odbyt a žádná firma nebude investovat desítky milionů do jejich převedení z laboratoře na trh.

Zemědělci proto zůstávají i nadále perspektivním odběratelem, neboť jim i přes všechny překážky vyráběné v Bruselu přinášejí prospěch. Proto také doufají, že by mohla následovat další povolení k pěstování transgenních plodin. Skupina odrůd schopných se bránit hmyzím škůdcům – Bt plodiny – už díky povolené Bt kukuřici vstoupila ve veřejné povědomí. Druhá skupina nejrozšířenějších transgenních odrůd jsou HT plodiny, tj. takové, které vzdorují systémovým herbicidům. O nich se příliš informací na veřejnosti neobjevilo, což tvoří prostor pro různé fámy.

Především co jsou systémové herbicidy. Pro boj s plevely chemie vyvinula různé látky, které potlačují růst nežádoucích rostlin. Tyto látky působí výběrově na různé skupiny rostlin – jednoděložné, dvouděložné a podobně. Také se různě rychle rozkládají a zanechávají jisté zbytky (rezidua) ve sklizni. Pro různou účinnost a různou dobu setrvání v aktivní formě v půdě, se aplikují v různých časových fázích a ve směsi (tzv. koktejl herbicidů). Některé se přidávají již na neosetou půdu (preemergentně), jiné „na zeleno“, některé po sklizni (např. u řepky) proti výdrolu, případně po orbě.

Sledujeme-li používání určitých herbicidů, obecně zjišťujeme jejich nástup, optimum a ústup s časem a nahrazení herbicidem novým. Je to důsledek selekce rezistentních populací plevelů. Ty vznikají tu rychleji, tu pomaleji v důsledku mutací plevelných rostlin. U nás máme některé plodiny již necitlivé na šest herbicidů. Např. u rdesna blešníku (*Polygonum lapathifolium*) máme populace necitlivé na atrazin, simazin, prometryn, cyanazin, chloridazon a lenacyl. Merlík tuhý (*Chenopodium strictum*) má populace necitlivé na stejné látky s náhradou terbutrynu za cyanazin. Podobných příkladů je víc.

Systémové herbicidy jsou látky, které zastaví růst všem rostlinám. Působí tedy neselektivně. Důvodem je to, že zasahují do procesů, které jsou všem rostlinám společné. Nejznámější a nejužívanější je glyfosát. Jde o sloučeninu aminokyseliny glycinu s derivátem kyseliny methylfosforečné. Glyfosátu dala firma Monsanto, která na něj měla patent, obchodní jméno Roudup. Po vypršení patentu před několika roky, začaly na bázi glyfosátu vyrábět generika (analogy) jiné firmy pod různými obchodními názvy (a také různé kvality). Glyfosát účinkuje tak, že v rostlinách zasahuje do procesu syntézy aminokyselin s cyklickým

jádrem – aromatických aminokyselin. Živočichové je syntetizovat nedovedou, nemají příslušný enzymatický systém. Proto glyfosát na ně nemůže působit.

Kritickým členem v syntetickém procesu je enzym o dlouhém jménu 5-enolpyruvylšikimát-3-fosfát syntáza, raději se tedy označuje zkratkou EPSPS. Je rozšířen jak v rostlinách, tak ve volně v půdě žijících bakteriích. Jelikož v evoluci se v rostlinách vyvinul enzym EPSPS do poněkud odlišného složení, glyfosát je účinný na rostlinný, nikoli na bakteriální enzym. Protože citlivý enzym mají všechny rostliny, jeho blokování glyfosátem zabrání metabolismu všech rostlin. Enzym EPSPS je obsažen v chloroplastech, takže glyfosát je účinný pouze „na zeleno“.

Rozdíl v citlivosti rostlinné a bakteriální varianty enzymu jasně ukazuje, jak je možné vyvinout rostlinu necitlivou na glyfosát: vložit do ní jako rezervu bakteriální enzym, na který „jede“, když ten její je blokován glyfosátem. Na druhé straně ukazuje, jak by mohly vzniknout necitlivé rostliny přirozeně: vyžadovalo by to sérii mutací, které náhodou mění strukturu rostlinného enzymu tak, že je podobně jako bakteriální ušetřen od blokády glyfosátem. Takové mutace jsou velice řídké, a proto se nehodí pro šlechtitelství. Ale mohou být významné tehdy, když se glyfosát používá naveliko a tak hraje úlohu selekčního tlaku na příslušné náhodné mutace. Skutečně se takové populace plevelů objevily v USA v lokalitách, kde se nepřetržitě pěstují glyfosát-tolerantní plodiny.

Nejnámější plodinou necitlivou na glyfosát je RR-sója (Roundup-Ready sója). Během patnácti minulých let se jí zkonsumovalo v krmivech a potravinách miliarda tun, což je půldruhého metráku na každého člověka na Zemi. Žádné problémy se nezjistily. V EU je povolena pouze pro dovoz a zpracování. Další plodinou, která se pěstuje mimo EU, je v EU schválena pro dovoz a zpracování a je naděje na její registraci pro pěstování i ve formě hybridů, je kukuřice NK 603, kterou u nás firma Syngenta testovala.

Vzhledem k tlaku na používání alkoholu do benzínu a vzhledem k technologii jeho výroby z cukrovky, která je u nás dobře vyvinuta, bylo by žádoucí zavedení HT cukrovky. To by mohlo snížit výrobní cenu etanolu. HT cukrovka prošla polními zkouškami v Belgii, Francii, Itálii a Německu.

Z hlediska ekologie je výhodou HT plodin, že herbicid je možné použít tak a tehdy až se začíná projevovat konkurence plevelů plodině, nikoli aby plevel zcela z pole odstranil. Podmínkou je přísné dodržování dávek a časování. Významné jsou výsledky z Dánského národního ústavu pro životní prostředí, který zjistil, že při použití přesného dávkování doporučeného firmou Monsanto, je na poli dvakrát více plevelů a Beate Strandberg, která vedla výzkum, našla bohatší společenství živočichů než v konvenční cukrovce. Podobné zkoušky proběhly na Broom Barn výzkumné stanici v Suffolku (Anglie). Prokázaly, že dávku glyfosátu lze i snížit, aniž to ovlivní výnos. Taková agrotechnika je ještě šetrnější k přírodě. Dokonce v HT cukrovce hnízdili skřivani, což se tam nikdy nevidělo v konvenčně ošetřované běžné cukrovce.

Druhým typem systémového herbicidu je fosfinotricin, nazývaný glufosinát. Je podobný glyfosátu, glycin je nahrazen alaninem vázaným na fosfor ne přes aminoskupinu, ale přes metyl. Je to v podstatě produkt půdních aktinomycet a má několik obchodních jmen,

Liberty, Basta, Finale, Radicale aj. Působí tak, že znemožňuje zpracování amoniaku, který při metabolismu vzniká, a to vyřazením kritického enzymu glutaminsyntázy. Amoniak se hromadí a působí toxicky. Zastaví fotosyntézu a chloroplasty degradují. Opět je jasné, že působí pouze na metabolizující a fotosyntetizující rostliny, čili „na zeleno“. Používá se však také jako desikant na brambory, luštěniny, slunečnice a podobně.

Půdní aktinomycety, např. *Streptomyces hygroscopicus* fosfotriacetyltransferázu nejen syntetizují, ale i dále přeměňují. Nejvýznamnější je navázání zbytku kyseliny octové – acetylace – na aminoskupinu, což glufosinát inaktivuje. Acetylaci katalyzující enzym (fosfotriacetyltransferáza – PAT) je řízen genem, který byl zevýše uveden *S.hygroscopicus* izolován v roce 1987 a dostal označení *bar*. Gen řídící syntézu stejného enzymu v příbuzné *S. viridochromogenes* se označuje *pat*.

Podobně jako glyfosát i glufosinát blokuje biochemický proces typický pro rostliny, který se u člověka ani jiných živočichů nevyskytuje. Ti se zbavují amoniaku jinak. Proto je i tento herbicid pro ně jen velmi málo toxický. Enzym PAT se v zažívacím traktu jako jiné bílkoviny rozloží. Acetylovaný glufosinát se může v rostlinách hromadit. V těle savců je rychle odbouráván a vylučován. V důsledku toho je toxicita malá. Není toxický pro včely, žížaly ani půdní mikroflóru. Hygienici stanovili přípustnou denní dávku pro člověka na 0,02mg, což zdaleka překračuje množství, které by získalo, kdyby se živil jen plodinami ošetřenými glufosinátem.

Je výhodné, že jsou k dispozici dva systémové herbicidy o zcela odlišném mechanismu působení a k oběma jsou vyvinuty HT plodiny. Kdyby opakovaným používáním jednoho se vyselektovaly populace k němu rezistentních plevelů, je možné použít druhý. Slýcháme hlasy, že nebezpečí „superplevelů“ hrozí vinou křížení plodin s plevelely a tím přenosem genů způsobující toleranci herbicidů. Ponechme botanikům možnost přesvědčivě prokázat, které plodiny se s plevelely reálně v přírodě kříží. Obecně se takto uvažuje jen o řepce. Molekulární biologové mají jinou odpověď. Jelikož oba systémové herbicidy působí na metabolizující chloroplasty, gen není nutno přenášet do jádra rostlinné buňky, ale může se zařadit do chloroplastové DNA. Ta se do pylu nedostane, a proto nehrozí přenos genů při pohlavním křížení.

Vědci i zemědělci jsou na HT plodiny připraveni. Na řadě jsou bruselští politici.