REGULACE PLEVELŮ V ŘEPCE S VYUŽITÍM ODRŮD S TOLERANCÍ K HERBICIDŮM

Prof. Ing. Josef Soukup, CSc., Ing. Miroslav Jursík, Ph.D.,
Ing. Veronika Venclová, Ph.D., Ing. Michaela Kolářová, Ph.D.
Česká zemědělská univerzita v Praze

Vývoj herbicidní ochrany v řepce

Ochrana proti plevelům v řepce byla dlouhá desetiletí založena především na použití preemergentních herbicidů s obsahem trifluralinu, dimethachloru, metazachloru a později clomazone. Přestože jejich použití poskytuje ve většině případů spolehlivý účinek a ochranu řepky již od počátku vegetace, má tento způsob ochrany i řadu slabin, zvláště v případě výskytu sucha v období aplikace a také neposkytuje spolehlivý účinek proti později vzcházejícím a vytrvalým plevelům. Z tohoto důvodu se s narůstajícími plochami řepky a jejím rozšiřováním i do teplejších, výsušnějších oblastí, začaly uplatňovat technologie ochrany proti plevelům s využitím postemergentních herbicidů. Řepka je však v období po vzejití k herbicidům velmi citlivá a širokospektrálních postemergentních přípravků není na trhu mnoho. V ČR jsou ve větší míře postemergentně používány jen herbicidy Galera a Galera podzim s účinnými látkami clopyralid, picloram a aminopyralid, nejčastěji po předchozí aplikaci preemergentních herbicidů na bázi metazachloru či clomazone. V některých sousedních zemích jsou pro postemergentní aplikaci registrovány ještě přípravky s obsahem pyridate, pendimethalinu či bifenoxu, avšak jejich spektrum účinku je velmi omezené a jsou určeny pouze pro speciální případy zaplevelení. V současné době nelze předpokládat zavedení nové účinné látky pro postemergentní ochranu v řepce a nejschůdnější cestou se jeví šlechtění odrůd s tolerancí k herbicidům (HT).

Principy herbicidní tolerance u plodin

Selektivita herbicidů k plodinám je většinou podmíněna jejich schopností metabolizovat účinnou látku herbicidu rychleji než plevele. Na metabolizaci herbicidů se podílejí enzymatické komplexy, které jsou schopné molekulu účinné látky strukturálně pozměnit a případně metabolity zabudovat do herbicidně neaktivních sloučenin. Tento proces je však velmi druhově specifický a funguje vždy pouze pro příslušné herbicidy a plodiny (skupiny plodin), takže každá nová účinná látka/herbicid musí být v podstatě náhodně testovány, v jakých plodinách je bude možné používat. Proto se šlechtitelé začali zabývat myšlenkou, jakým způsobem by bylo možné zajistit cíleně toleranci plodiny k již existujícím herbicidům, které mají široké spektrum účinku nebo jiné požadované vlastnosti, ale k dané plodině nejsou selektivní. Tolerance plodin musí být dostatečně silná, a proto jsou využívány mechanismy podobné těm, které zakládají rezistenci plevelů. Nejvyšší stupeň tolerance je dosahován

změnou vazebního místa na cílovém enzymu herbicidního účinku, takže herbicid ztrácí možnost se na něj navázat a inhibovat příslušnou reakci. Dalším velmi rozšířeným mechanismem tolerance je degradace účinné látky v buňce v důsledku působení specifických anebo nespecifických degradačních enzymů. Nejméně využívaný a pouze doplňkový je mechanismus založený na nadprodukci cílového enzymu herbicidního účinku, takže koncentrace herbicidu v buňkách nestačí k zablokování veškerého množství a rostlina je schopna herbicidní zásah přežít. Jmenované mechanismy tolerance jsou dosahovány cestou konvenčního (většinou mutačního) šlechtění anebo prostřednictvím genetické modifikace.

Konvenčně nebo prostřednictvím genetické modifikace?

Z hlediska mechanismu tolerance i získaných vlastností rostlin není podstatné, jakou cestou HT odrůda vznikla. Rovněž z hlediska pěstitelské technologie jsou přínosy i rizika pro pěstitele obdobná. Určitým problémem konvenčního šlechtění je zdlouhavost, a z toho někdy plynoucí zaostávání za vývojem ve výkonnosti či jiných vlastnostech odrůd. Často bývají potíže i s úrovní herbicidní tolerance materiálů, zvláště za nepříznivých aplikačních podmínek, plynoucí např. z limitovaného okruhu dědičných znaků zakládajících herbicidní toleranci, které lze klasickými postupy získat a míry homozygotnosti, která je pro vysokou toleranci rovněž důležitá. V posledních letech ale vznikají biotechnologické techniky, jako je například tzv. *oligonucleotide-directed gene targeting (mutagenesis*), jejichž prostřednictvím lze rychle dosáhnout cílené mutace malého rozsahu na vlastním genomu, není nutno vnášet cizorodou genetickou informaci, a vzniklé materiály nejsou proto považovány (prozatím) za geneticky modifikované. V šlechtění řepky i jiných plodin je na tomto principu založena např. metoda americké firmy Cibus s označením *Rapid Trait Development System* (RTDS™). V zemích, kde je možné pěstovat geneticky modifikované plodiny, dnes naprosto převažují technologie Roundup Ready® a Liberty Link™, ve kterých se používá glyfosát, resp. glufosinát. Příkladem toho je jeden z největších pěstitelů řepky (canoly), Kanada, kde si geneticky modifikované odrůdy s herbicidní tolerancí získaly během 15 let u pěstitelů velkou oblibu a zcela převládly.

Evropská politika je při povolování GM plodin značně restriktivní. V případě řepky, která má v Evropě řadu botanicky příbuzných druhů, se kterými se může křížit, je cizosprašná a její semena jsou schopna vytvářet dlouhověkou půdní zásobu semen, je překážkou pro registraci nepříznivé hodnocení z pohledu environmentálních rizik, která jsou akcentována zvláště oponenty GM plodin. Nelze očekávat, že by GM odrůdy řepky byly v dohledné době uvolněny pro pěstování a nabídka HT odrůd bude omezena na materiály získané jinými šlechtitelskými postupy, jako je např. technologie Clearfield©, používaná úspěšně řadu let i v jiných plodinách, především ve slunečnici.

Podstata systému Clearfield©

Technologie s označením Clearfield© byla vyvinuta a zavedena společností American Cyanamid na počátku devadesátých let minulého století. Podstatou této technologie je používání odrůd, které obsahují enzym acetolaktát syntázu (ALS) s uměle sníženou senzitivitou k herbicidům z chemické skupiny imidazolinonů (imazapyr, imazapic, imazethapyr, imazamox, imazamethabenz, imazaquin). Snížená senzitivita je způsobena bodovou mutací, která byla poprvé uměle vytvořena prostřednictvím chemické mutageneze a způsobuje záměnu aminokyselin na jedné či více pozicích Ala205, Trp574 a Ser653 proteinu ALS. První zavedenou plodinou s tolerancí k imidazolinonům byla kukuřice s označením IMI corn; později se tato technologie rozšířila i u dalších plodin, zvláště slunečnice, rýže a řepky. První IMI tolerantní odrůda řepky vznikla chemickou mutagenezí za použití nitrosomočoviny a kolchicinu a na trh byla uvedena v roce 1995 již pod označením Clearfield©. Mutace se nacházejí v kodonech kódujících pro Trp574 a Ser653, z nichž první zajišťuje cross-toleranci k imidazolinonům a některým sulfonylmočovinám, zatímco druhá pouze k imidazolinonům. To je významné jednak z pohledu úrovně a typu tolerance plodiny k herbicidu, ale také to limituje možnosti hubení výdrolu v následných plodinách. Vzhledem k jednoduššímu způsobu registrace a snadnější komercializaci se Clearfield© systém rychle rozšířil zvláště v zemích, kde je administrativně komplikované zavádění GM plodin, a umožnil řešení celé řady problémů v zaplevelení, které běžnými herbicidy nebyly zvládnutelné, jako např. ochrana proti parazitickým plevelům (striga, záraza), plevelné rýži apod. Ze severoamerického kontinentu do značné míry tento systém vytlačily GM odrůdy, avšak stále se zde používá a jsou vyvíjeny odrůdy i pro nové plodiny. Poté, co se v roce 2000 stala společnost Cyanamid součástí koncernu BASF, jsou odrůdy a herbicidy pro tuto technologii postupně registrovány i v Evropě, avšak komerčně se doposud pěstuje pouze slunečnice, v řepce je však těsně před zavedením (v Anglii od r. 2011).

Využití předností systému Clearfield© v podmínkách ČR

Systém Clearfield© především rozšíří nabídku herbicidů pro postemergentní použití, což ocení pěstitelé v oblastech, kde preemergentní herbicidy selhávají, nebo dochází k častým zaorávkám. Nicméně systém má řadu předností i při ochraně v běžných podmínkách. Hlavní účinnou látkou na bázi imidazolinonů v herbicidech používaných v Clearfield© systému je v současné době pro evropské podmínky imazamox. Protože v plodině s dlouhou vegetační dobou a velkým spektrem plevelů, jakou je řepka, není možné dosáhnout spolehlivé účinnosti prostřednictvím jedné účinné látky, jsou pro rozšíření spektra účinku a zvýšení reziduálního působení v půdě ve formulaci herbicidu obsaženy ještě účinné látky metazachlor a quinmerac známé z herbicidu Butisan Star. Od této herbicidní kombinace lze tedy očekávat přinejmenším stejný účinek jako u Butisanu Star, avšak imazamox navíc pokrývá svým spektrem účinku mnoho

dalších plevelů, které z důvodu vysoké selektivity Butisan nebyl schopen dostatečně potlačit. Proto lze očekávat dobrý účinek i na prakticky všechny brukvovité plevele (penízek rolní, kokošku pastuší tobolku, úhorník mnohodílný, hořčici rolní, aj.), ale i výdrol běžných odrůd řepky, obilní výdrol a řadu dalších odolných plevelů, jako např. kakosty. Pro zasažení celého spektra plevelů je ale důležitá správná volba termínu aplikace, neboť metazachlor i quinmerac ztrácejí oddalováním aplikačního termínu na některé plevele účinnost, zatímco pro zasažení plevelů imazamoxem je potřeba aplikační termín posunout do pozdějšího období – 3 - 4 listů řepky. Je proto potřeba dobře znát plevelné spektrum a stanovit si určité priority, na které druhy má být ochrana především cílena.

Negativní souvislosti používání systému Clearfield© v osevním postupu

Systém Clearfield©, podobně jako jiné HT systémy, s sebou přináší určité problémy s regulací výdrolu ze sklizňových ztrát v následných plodinách, neboť potomstvo může nést (zpravidla nese) rezistenci i k jiným herbicidům ze skupiny ALS inhibitorů, například sulfonylmočovinám a triazolopyrimidinům, které se v současnosti používají na polovině ploch obilnin a jsou považovány za jedny z nejúčinnějších herbicidů proti řepkovému výdrolu. Účinné potlačování výdrolu Clearfield© odrůd bude tedy vyžadovat přizpůsobení volby herbicidů této okolnosti.

Za další možnou komplikaci je považováno zvýšení podílu aplikovaných herbicidů ze stejné skupiny mechanismu účinku (ALS inhibitorů) v rámci osevního postupu, neboť již dnes se v mnoha plodinách, zvláště v obilninách, opakuje stejný selekční tlak, který může vést v dlouhodobém horizontu ke vzniku rezistentních populací plevelů. V ČR není tento problém zatím příliš aktuální, neboť z ALS rezistentních plevelů se vyskytuje ve větší míře pouze chundelka metlice, která by měla být za příznivých okolností potlačena metazachlorem, avšak v západní Evropě již byly nalezeny rezistentní populace heřmánkovitých plevelů, máku vlčího a ptačince prostředního, které jsou běžnými řepkovými plevely, a imazamox může působit jako selekční faktor na prohloubení rezistence, v případě že uniknou účinku metazachloru.

Tyto možné problémy jsou však dodavateli technologie dobře známy a pěstitele vybavuje doporučením, jak systém Clearfield© využívat udržitelným způsobem, zvláště s ohledem na regulaci výdrolu a prevenci výskytu rezistentních populací plevelů. Systém Clearfield© významně rozšiřuje současné možnosti postemergentní ochrany, zvláště proti plevelům, které jsou obtížně hubitelné současnými herbicidy, a jistě si najde své příznivce v situacích, kde se jeho přednosti mohou nejlépe uplatnit.