

HERBICID TOLERANTNÍ ŘEPKY V PĚSTITELSKÝCH SYSTÉMECH

Herbicide tolerant rapeseeds in growing systems

Perla KUČTOVÁ, Lucie BEČKOVÁ, David BEČKA, Petr DVOŘÁK, Pavlína TRAUŠKEOVÁ

Česká zemědělská univerzita v Praze

Souhrn: Celosvětové plochy řepky rostou, aktuálně činí pěstitelská plocha přibližně 36 mil. ha. Z této výměry zaujímají herbicid tolerantní (HT) řepky (geneticky modifikované GMHT i získané řízenou mutagenézí) 24 %. Největšími pěstiteli GMHT řepky jsou Kanada, USA a Austrálie. V EU se pěstují CL (Clearfield) hybridy řepky, získané řízenou mutagenézí. Šíření ploch HT nepřináší pouze benefity pro zemědělce prostřednictvím stabilnějších výnosů díky snazší regulaci plevelů, přináší sebou i rizika plynoucí právě ze zjednodušených technologických aplikací a z neochoty podřídit se požadavkům dodržování pěstitelské technologie tak, aby nedocházelo s maximalizací zisku současně k maximalizaci rizika a následných škod. Krátkodobý ekonomický profit by neměl vítězit nad dlouhodobými zájmy pěstitelů i společnosti.

Klíčová slova: canola, řepka, GM, herbicid, tolerance, HT, pěstování, produkce, přínosy, rizika, škody

Abstract: The cultivation area of rapeseed is increasing worldwide, currently covering approximately 36 million of hectares. Hybrids rapeseed herbicide tolerant (HT) and genetically modified (GMHT) as obtained by directed mutagenesis (CL) account for 24% of this area. Canada, the US and Australia are the largest growers of GMHT rapeseed (canola) hybrids. In the EU, only CL (Clearfield) rape hybrids obtained from directed mutagenesis are grown. The spread of HTs only brings benefits to farmers through more stable yields due to easier weed control, but also brings risks originating from simplified technological applications and the reluctance of farmers to comply with the growing technology requirements imposed in order to avoid maximizing profit by maximizing risk and consequential harms. Short-term economic profits should not prevail over the long-term interests of both grower and society.

Key words: canola, rapeseed, GM, herbicide, tolerance, growing, production, benefits, risks, harms

Úvod

Celosvětové plochy řepky vzrostly o téměř 2 %, když sklizňová plocha se během let 2012-2014 zvýšila z původních 34,29 mil. ha na 36,12 mil. ha. Podíl EU s 6,20 mil. ha na této ploše činil v roce 2014 18,6 % a výměra ploch řepky v ČR se na celosvětové výměře podílela 1 %, na výměře ploch v EU pak 5,8 % (FAOSTAT, 2017).

Za uváděnou dobu produkce semen vzrostla o více jak 14 % (73,80 mil. t v roce 2014 t proti 64,61 mil. t v roce 2012) a průměrný výnos řepky z ha celosvětově narostl o 8%. Mezi globálně nejvýznamnější producenty patří EU28 s 24,29 mil. t semen (2014), následovaná Kanadou (15,56 mil. t), Čínou (14,77 mil. t) a Indií (7,88 mil. t) (FAOSTAT, 2017).

Řepka má jistý odbyt v potravinářství i v dalších odvětvích průmyslu (Bečka, 2007). Z agrotechnického hlediska je významnou zlepšující plodinou v osevních postupech. Vašák (2000) řepku uvádí jako plodinu utvářející díky svým hluboko prorůstajícím kořenům, drobtovitou půdní strukturu skvělých fyzikálních vlastností, obohacující půdu o organickou hmotu a pozitivně ovlivňující její mikrobiální oživení. Ceněna je rovněž pro své významné antifytopatogenní účinky díky tvorbě 2-fenylethyl isothiokyanátu (Vašák, 2000).

Ozimá řepka je v ČR hospodářsky významnou plodinou, jejíž vysoké zastoupení (až 50 %) v osevních postupech však vede k obtížím při regulaci plevelů. Podle Fábryho a kol. (1992) se na úzkých řádcích začala pěstovat v 70. letech minulého století díky užívání široké škály selektivních herbicidů. Nicméně, Jursík a Soukup (2013) o dvacet let později uvádějí, že sortiment registrovaných herbicidů je relativně úzký, navíc s převahou půdních herbicidů pro preemergentní aplikaci a současně se vyznačuje nedostatečnou účinností na většinu plevelných druhů u řepky, navíc nezřídka

závislou na vyšší půdní vlhkosti nebo načasování postřiků (u postemergentů)

Jursík a Soukup (2014) vidí další rozvoj v pěstování řepky především v zavádění HT (herbicid tolerantních) technologií, jejichž součástí je využívání hybridů tolerantních k herbicidům, na které jsou stávající konvenční odrůdy citlivé a uvádějí v té souvislosti Clearfield technologii, odolnost hybridů k imidazolinovým herbicidům, jejichž původ není nahlížen jako genová modifikace, protože se jedná o posílení resistance vůči herbicidům v rámci jednoho druhu prostřednictvím řízené mutagenese.

Možnost využít geneticky modifikovaných (GM) řepky evropské, a tedy ani čeští, zemědělci nemají. Geneticky modifikovaná řepka a mutagenická řepka byly v Kanadě povoleny v roce 1995 (Smyth et al., 2011). Komerční pěstování zmíněných hybridů řepky v Kanadě a USA započalo v letech 1996-97 a jejich plochy od té doby výrazně vzrostly (Smyth et al., 2011, James, 2013). V roce 2007 činil podíl HT hybridů na celkové pěstitelské ploše canoly v Kanadě (6,3 mil. ha) více, jak 95%. Autoři (Smyth et al., 2011) v této souvislosti zahrnují GM řepky (Roundup ready s 2,8 mil. ha i Liberty link s 2,5 mil. ha) i mutagenické řepky (Clearfield s 0,7 mil. ha) do jedné skupiny, pod názvem HT canola. Významným producentem GM řepky je Kanada (7,5 mil. ha, 2013), následována USA (0,5 mil. ha, 2013) a Austrálií (0,2 mil. ha, 2013) (GMO-Compas, 2014b IN Trauškeová, 2015). Kanada se 7,5 mil. ha GM řepky (94 % ploch), což v roce 2013 představuje více jak 90 % celosvětové produkce (Trauškeová, 2015)

V roce 2014 globální plocha řepky činila 36 mil. ha (FAOSTAT, 2017), z toho 24%, tj. 8.6 mil. byla

biotech canola pěstovaná v Kanadě, USA, Austrálii a Chile (James, 2017)

Plochy oseté GM/HT řepkou nerostou stejně rychle, jako plochy s jinými GM plodinami (sója, kukuřice). Mezi roky 1999-2001 byl zaznamenán pokles ploch (James, 2013), který byl v Kanadě zřejmě způsoben poklesem ploch canoly o 0,6 mil. ha, navíc začala GMHT řepce konkurovat mutagenická HT řepka (Clearfield), celý proces završila nízká výkupní cena řepky, vedoucí ke snížení vstupních nákladů užitím osiv konvenčních odrůd (James, 2001). Pokles je zaznamenán také mezi roky 2012-2013 (James, 2013).

Celková plocha GM canoly/řepky vzrostla o 1% z 8,5 mil. ha v roce 2015 na 8.6 mil. ha v roce 2016. Z celkového hlediska činí podíl GM/HT řepky cca 24-25 % celkových ploch této plodiny. Zdánlivě marginální růst v USA, Kanadě, a Austrálii koresponduje s globální poptávkou po jedlých olejích. V Chile se v roce 2016 GMHT řepka pouze množila (ISAAA, 2016). Plochy mohou dále růst díky poptávce po olejích. V Kanadě končí v biodieselu méně než 1 % produkce řepky (ISAAA, 2016).

EU se staví ke GMO odmítavě, pěstuje se jediná modifikace (kukuřice MON810) na nevýznamných plochách, s výjimkou Španělska.

Přehled dovážených povolených GM plodin je širší především proto, že Evropa není soběstačná v produkci bílkovinných krmiv. Nejčastěji dovážíme z USA, Kanady, Argentiny a Brazílie. Stanovit celkový objem dovezených GM komodit je těžké, když celní předpisy nerozlišují mezi konvenčními a GM. Odhad je založen na podílech GM odrůd v zemi původu. Dováží se do EU 7 typů GM sóji (krmení prasat a drůbeže), 27 typů GM kukuřice, 8 typů GM bavlníku, 1 typ GM cukrové řepy a tři typy GM řepky. Aktuální seznam je k dispozici na stránkách Evropské komise (Doubková, 2012).

Metodika

Je založena na sběru a studiu podkladů, dat, odborných i vědeckých publikací nejčastěji prostřednictvím webového rozhraní Web of Knowledge pro přístup do bibliografických a citačních databází. Údaje k pěstebním technologiím Biotech a HT řepky byly převzaty od kanadských, amerických či australských

Výsledky a diskuse

V pěstitelských technologiích jsou k regulaci plevelů běžně užívány herbicidy, přičemž pro každou skupinu plevelů je třeba jiný typ herbicidu. Opakované zásahy tak komplikují a prodražují produkci. Totální herbicidy sice zničí veškeré plevele, zlikvidují však i pěstovanou plodinu (Custers, 2006). Užití upravených HT (herbicid tolerantních) plodin je dalším zjednodušením stávající pěstitelské technologie (FIBL, 2003). Geny umožňující použití neselektivních herbicidů byly patentovány a implementovány do rostlinných buněk

Stěžejním právním předpisem v ČR pro problematiku GM plodin je zákon č. 78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty. Dále pak zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství, kde je GMO řešeno v novelách č. 441/2005 Sb. a č. 291/2009 Sb. GMO upravuje vyhláška č. 209/2004 Sb., o bližších podmínkách nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty a vyhláška č. 89/2006 Sb., o bližších podmínkách pěstování geneticky modifikované odrůdy (Trnková, 2014).

V roce 2015 umožnila směrnice Evropského parlamentu a rady (EU) 2015/412 ze dne 11. března 2015, členským státům zakázat nebo omezit na svém území pěstování GM plodin (MZe, 2017). Česká republika se tak ocitla mezi několika málo státy, které na svém území povolují pěstovat GM plodiny. V současné době se v ČR z geneticky modifikovaných plodin pěstuje pouze několik desítek ha (75 ha v roce 2015) geneticky upravené Bt kukuřice MON810.

Před uvedením do oběhu procházejí nové typy geneticky modifikovaných plodin schvalovacím řízením, s procesními odlišnostmi dle členského státu. Zvlášť se udělují povolení pro krmivářské účely, potravinářské účely a pro komerční pěstování v konkrétní zemi (Stratilová, 2013).

Komerční pěstování GM řepky je povoleno v Kanadě, USA, Austrálii, Chile a Japonsku. V Chile se pěstuje GMHT řepka GT200 tolerantní k glyfosátu. V Japonsku se GM řepka nepěstuje, i když je schváleno více typů, veřejnost je k pěstování GM plodin skeptická. Japonsko patří mezi největší dovozce.

Přestože se řepka pěstuje v EU na výměře téměř 7 mil. ha, není EU v této komoditě soběstačná a roční dovoz do EU činí cca 3 mil. tun. Dováží se z Ukrajiny, Austrálie a Kanady (Tomčiak, 2014).

institucí. Další data byla získána díky propagačním materiálům nadnárodních firem (Monsanto, Bayer CropScience, DuPont Pioneer a BASF), vlastníků upravených řepky a prostřednictvím www stránek odpovědných institucí.

mezi prvními. Jde o 1. generaci genetických modifikací. Nejčastěji se vyskytující genetickou modifikací je herbicidní tolerance (HT) ke glufosinátu nebo glyfosátu (Jursík a Soukup, 2014).

Ve světě jsou pěstovány typy GM řepky, patentované firmami Monsanto, Bayer CropScience (po akvizici Monsanto v roce 2016, Bayer AG), DuPont Pioneer a BASF (Ross, 2008).

Tab. 1 Aplikace herbicidní tolerance u geneticky modifikované (GM) řepky

Aplikace	Tolerance k herbicidu (HT)
Glyfosát GM	vlození mutovaného genu enzymu 5-enolpyruvylšikimát-3-fosfát (EPSP), modifikované rostliny tvoří pozměněný enzym EPSP, na který glyfosát (N-fosfonomethyl-glycin) nepůsobí (Khachatourians et al., 2002). Toxický účinek spočívá v inhibici enzymu 5-enolpyruvylšikimát-3-fosfátsyntázy, tj. části biosyntézy aromatických aminokyselin (fenylalanin, tyrosin, tryptofan), jehož blokování naruší proteosyntézu. Pokládán za netoxický pro živočichy, protože postrádají tuto biosyntetickou dráhu a aromatické aminokyseliny získávají z potravy (Williams et al., 2000) Mezi Roundup Ready plodiny rezistentní vůči glyfosátu patří i sója, bavlník, cukrová řepa, volečka a kukuřice (Nandula, 2010).
Glufosinát GM	tolerance na bázi fosfinitricinu (4-hydroxy-methyl phosphinoyl-D,L-homoalanin), komerční název Basta, Liberty. Inhibice blokuje enzym glutaminsyntázu, odbourávající amoniak. Inhibice vede k akumulaci amoniaku na toxickou koncentraci a rostlina hyne. Využívají se dva transgeny, získané z půdní bakterie rodu <i>Streptomyces</i> : gen bar a gen pat. Enzymy kódované těmito geny, přeměňují herbicid na netoxickou sloučeninu rychle se rozkládající sloučeninu (Khachatourians et al., 2002)
Sulfonylmočovina GM	Řepka může být také díky genu, který pochází z rostliny rodu <i>Arabidopsis</i> , tolerantní i k herbicidům na bázi sulfonylmočoviny (Sulfuron)
Bromoxynil GM	a díky genu z bakterie <i>Klebsiella ozaenae</i> je získána tolerance vůči herbicidům na bázi bromoxynilu (Brominal) (Khachatourians et al., 2002)

Zdroj: Trauškeová, 2015. Upraveno

Clearfield technologie je celosvětově nejrozšířenější HT technologii, která není zahrnována mezi GM technologie. Při jejím šlechtění bylo užito jedné z metod molekulární biologie - řízené mutagenézy k posílení herbicid tolerance využitím genů v rámci jednoho rodu. Odrůdy HT řepky byly vytvořeny s použitím jak genetické modifikace (transfer rDNA), tak mutagenézy (chemická mutace) (Smyth et al., 2011). Z širšího pohledu by ovšem i CL aplikace mohla být vnímána jako genetická modifikace

Systém Clearfield byl registrován v ČR v roce 2013. Pěstitelé Clearfield (CL) řepky mohou ošetřit pozemek herbicidem na bázi sloučenin imidazolinu (Cleravis), k nimž je CL řepka na rozdíl od konvenčních odrůd odolná. Rozšíření dalších GM HT technologií, založených na genetických modifikacích, což brání rozšíření ve státech EU, kde není schváleno tyto technologie komerčně využívat (Jursík a Soukup, 2014).

Podle Jamese (2013) GM plodiny přispívají k trvalé udržitelnosti pro své ekonomické benefity, nárůst výnosů a cenové zpřístupnění potravin. Rovněž přý napomáhají růstu a zachování biologické rozmanitosti a jsou šetrné k životnímu prostředí (James, 2013). Nicméně, otázka vlivu HT řepky na životní prostředí je nutně propojena i s pěstitelským systémem (Bečka, 2007, Hartman, 2012).

Pro pěstování HT řepky doporučuje Canola Council of Canada (2013) pěstovat řepku nejdříve 3 – 4 po sobě, pro snížení výskytu plevelů a škůdců a současně dosažení vyšších výnosů. V zemích s HT řepkou však pěstitelé v poslední dekádě (2003-2013) tendovali ke zkrácení intervalu rotace plodin a postupně se stalo nejoblíbenější variantou pěstování HT řepky každé dva roky (Hartman, 2012). Výnos řepky je podle zmíněného autora sice vyšší, dodrží-li pěstitel odstup 3-4 let, rozhodně však nepřevyší čistý zisk plynoucí z řepky, který je pro zemědělce výhodnější. Postupně tak do-

chází k pěstování převážně HT řepky na velkých plochách v Kanadě i USA v nepřetržitých monokulturách, případně i v systému střídání plodin, za permanentního používání herbicidů převážně na bázi glyfosátu nebo glufosinátu (Grumet et al., 2011)

K regulaci plevelů u GM řepky pěstované v systému Roundup Ready, je užíván herbicid na bázi glyfosátu (Roundup) (Nandula, 2010). Williams et al. (2000) i Monsanto (2014) shodně uvádějí, že jde o herbicid šetrný k životnímu prostředí, jehož vysoká efektivita šetří PHM díky méně častým přejezdům po pozemku. Ovšem Grisolia (2002) a Giesy et al. Oponují s tím, že tento herbicid může představovat riziko pro vodní ekosystémy. Více autorů používání herbicidu Roundup ve velké míře spojuje s řadou zdravotních problémů a nemocí, včetně neplodnosti, rakoviny a Alzheimerovy choroby (Gillam, 2013; Samsel, 2013). Diskutovány jsou dopady vedlejších složek tohoto herbicidu: surfaktant polyoxy-ethylenamin (POEA), ale i hlavní produkt rozkladu kyselina aminomethylfosfonová (AMPA), u kterých se dosud jejich možné nebezpečí zvláště nezvažovalo (Mesnage et al., 2014). Podle závěrů mnoha studií je POEA toxická zejména pro vodní živočichy (Giesy et al., 2000; Moore, 2012; Navarro and Martinez, 2014). Její toxicita je pravděpodobně mnohem závažnější než toxicita samotného glyfosátu a ve směsi zmíněných látek se škodlivé účinky násobí (Banachour and Séralini, 2009).

Tyto diskuse lze hledat v pozadí složitého jednání parlamentu EU, který v září 2017 odložil hlasování o prodloužení licence pro Roundup, když původně ji chtěl limitovat do roku 2022 (EURACTIV, 2017).

Diskutovány jsou i herbicidy na bázi glufosinátu. Společnost Bayer CropScience (2014) sice uvádí, že tyto herbicidy jsou bezpečné pro konzumenty i životní prostředí, studie však naznačují, že u žen jejich užívání vedou k reprodukční toxicitě (Schulte-Hermann et al., 2006), za což pravděpodobně není odpovědný samotný

glufosinát amonný, ale jeho směs se sekundárními komponenty (Fabian et al., 2011). Pokud jde o CL řepky, sám výrobce v příbalovém letáku deklaruje škodlivost přípravku Cleravis (ÚKZÚZ, 2017) pro vodní živočichy i možnou karcinogenitu.

Jedním ze škodlivých důsledků pěstování HT řepky a selekčního tlaku je vznik rezistentních plevelů k nejčastěji používaným herbicidům na bázi glyfosátu a glufosinátu (Grumet et al., 2011; Powles, 2008). Podle Heapa (2014) je stav s rezistentními druhy plevelů kritický a již dnes působí významné ekonomické škody.

Odolnost vůči glyfosátu byla zaznamenána u 31 plevelných druhů v 235 jedinečných případech (Heap, 2015). O možnosti selekce „superplevelů“ se hovoří i na základě náhodného křížení s GM řepkou (Legere, 2005; Warwick et al., 2003). Podle Warwicka (2007) nejsou k dispozici přesvědčivé údaje, indikující, že přítomnost transgenů pro odolnost k herbicidům v plevelných druzích je nutně riskantní.

Monsanto (2012) uvádí, že GM plodiny udržují a podporují biodiverzitu. Stejný názor zastává i James (2013) a Carpenter (2011), nicméně, podle několikletého britského výzkumu s GM a non-GM porostů jarní řepky, řepy a kukuřice byl porost GM řepky z hlediska biodiverzity nejchudší (Firbank et al., 2003; Brooks et al., 2007). Autoři shodně uvádějí, že za vliv na snížení biodiverzity nemůže sama genetická modifikace řepky, ale agrotechnický systém a forma regulace plevelů (Brooks et al., 2007; Firbank et al., 2003; Champion et al., 2003).

Co se týče otázky vlivu GM řepky na zdraví konzumentů, autoři se shodují, že GM řepka nepředstavuje riziko pro člověka, ani hospodářská zvířata (Bawa and Anilakumar, 2013; Komprda, 2009; Petr, 2006). Genetickou modifikací lze údajně zlepšit nutriční hodnotu této plodiny (ISAAA, 2015). Ovšem Krueger et al. (2013) uvádí zdravotní rizika a poškození zdraví u dánských krav krmených plodinami ošetřovanými herbicidy na bázi glyfosátu

Podle Stratilové (2013) působí GM plodiny na životní prostředí pozitivně díky úspoře fosilních paliv, snížení emisí CO₂ a snížení používaných pesticidů.

Závěr a doporučení

Pěstování HT řepky přináší benefity formou vyšších a stabilnějších výnosů i zajištěný obyt.

Konzumace produkce GM/HT řepky sama o sobě by neměla být sama o sobě rizikem pro zdraví konzumentů, rizikové může být užívání některých herbicidních přípravků v průběhu pěstování.

Jako u konvenční řepky i HT řepky působí jako zlepšující plodina v osevním postupu když pozitivně ovlivňuje fyzikální vlastnosti půdního prostředí a zmírňuje dopady vysokého podílu obilovin.

Spotřeba pesticidů se zavedení GM plodin v roce 1996 do roku 2012 snížila a James (2013) uvádí úsporu 497 mil. kg účinných látek (8,7 %). Benbrook (2004) konstatuje, že k úspoře pesticidů docházelo v prvních letech pěstování s tím, že pěstování HT plodin nárokuje více herbicidů než konvenční a argumentuje selekcí rezistentních plevelů a problémy s výdolem. HT plodiny se dle Benbrooka staly příčinou nárůstu spotřeby herbicidů za 16 let svého pěstování (1996 – 2011) o 239 mil. kg. Příčinu vidí v pěstování HT plodin (Benbrook, 2012).

Možným rizikem jsou patenty pro GMO a HT technologie, ve vlastnictví několika málo nadnárodních společností (Kocourek et al., 2008) a pěstitel je nucen pokaždé osivo HT odrůdy zakoupit podobně jako postřiky (Stratilová, 2013). Zemědělci se tak podle Kocourka et al. (2008) stávají závislími na několika nadnárodních společnostech, což spíše odporuje potravinové soběstačnosti. Toto vede i podle Varzakase (2007) k větší industrializaci zemědělství a jedná se neudržitelné hospodaření.

I přes schvalovací procesy, který prověřuje především vliv na životní prostředí a možné účinky na zdraví člověka (Stratilová, 2013), je GM řepka na trhu třetí dekádu, což někteří považují za krátký čas pro vyhodnocení dopadů na agroekosystém (Knispel et al., 2008; Navarro and Martinez, 2014; Warwick et al., 2007).

Cartagenský protokol o biologické bezpečnosti ukládá povinnost dodržet princip předběžné opatrnosti při nakládání s GMO, které mohou negativně působit na biodiverzitu či (Cartagena Protokol on Biosafety, 2000). Světová obchodní organizace však reguluje trh se záměrem zamezit omezování volného obchodu, neexistují-li spolehlivé vědecké důkazy o škodlivosti (zcela v intencích amerického práva) pro lidi, zvířata či životní prostředí (WTO, 2014). Tyto systémy jsou v konfliktu a působí problémy státům, které ratifikovaly obě mezinárodní smlouvy, jako je třeba EU (Cors, 2000) na rozdíl od Kanady, USA a Austrálie, největší producenti HTGM řepky, členové WTO, kteří Cartagenský protokol doposud neratifikovali (Biosafety Clearing-House, 2015).

Negativní dopady na životní prostředí mají herbicidy jako směsi látek využívané v (GM)HT a CL řepce. Přípravky na bázi glyfosátu a glufosinátu jsou škodlivé pro životní prostředí, zejména pro vodní a obojživelné organismy. Shodně i přípravek Cleravis.

Rizikem jsou „superplevele“, které se reálně vyselektují při nevhodné agrotechnice, případně vzniknou náhodným křížením geneticky modifikovaných plodin s volně rostoucími rostlinami.

Superplevelem je sama GM/HT řepka z výdrolu v následné plodině. Úniky semen při přepravě jsou reálné a zdokumentované v místech dopravních uzlů rostlinných komodit.

V porostu HT řepky je uváděna nižší biodiverzita než v konvenčně pěstované řepce.

Škodlivá může být technologická nekázeň, velkoplošné monokultury, krátké intervaly při střídání

plodin, opakované a časté užívání stejných účinných látek na jedné parcele.

Problematická je koexistence GM/HT řepky s ekologickým zemědělstvím. V Kanadě již není možné pěstovat řepku ekologicky kvůli kontaminaci.

Monopolní vlastnictví technologií vede k závislosti zemědělců a ohrožuje stabilitu systému produkce.

Doporučení

Technologická kázeň a snaha nestavět krátkodobý ekonomický profit nad ekologická hlediska.

Dodržovat známá pravidla pěstitelské praxe, pěstovat řepku v 3 – 4 letých intervalech.

V regulaci plevelů užívat nástroje integrované ochrany rostlin. Střídat odrůdy řepky rozdílných HT systémů s cílem zamezit selekci odolných plevelů.

Literatura

- BENACHOUR, N., SÉRALINI, G. E. 2009. Glyphosate Formulations Induce Apoptosis and Necrosis in Human Umbilical, Embryonic, and Placental Cells. *Chemical Research in Toxicology*. 22 (1). 97-105.
- GIESY, J. P., DOBSON, S., SOLOMON, K. R. 2000. Ecotoxicological Risk Assessment for Roundup Herbicide. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. 167. 35-120.
- HEAP, I. 2014. Global perspective of herbicide-resistant weeds. *Pest Management Science*. 9 (70).
- KOCOUREK, F., ŘÍHA, K., STARÁ, J. 2005. Hodnocení rizik geneticky modifikovaných rostlin pro životní prostředí. Praha. Výzkumný ústav rostlinné výroby. s. 51.
- SCHULTE-HERMANN, R., WOGAN, G. N., BERRY, C., BROWN, N. A., CZEIZEL, A., GIAVINI, E., HOLMES, L. B., KROES, R., NAU, H., NEUBERT, D., OESCH, F., OTT, T., PELKONEN, O., SULLIVAN, F. M. 2006. Analysis of reproductive toxicity and classification of glufosinate-ammonium. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 3 (44). 1-76.
- SMYTH, S., J. GUSTA, M., BELCHER, K., PHILLIPS, P., W., B., CASTLE, D. Environmental impacts from herbicide tolerant canola production in Western Canada, *Agricultural Systems* 104 (2011) 403–410,
- TRAUŠKEOVÁ, P. Působení transgenních řepky v pěstitelských systémech, Diplomová práce, ČZU v Praze, 2015: 72 s

Další literatura k dispozici u autorů.

Kontaktní adresa

Ing. Perla Kuchtová, Ph.D., KRV FAPPZ, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 – Suchbátka, e-mail: kuchtova@af.czu.cz