

Jak na invazního brouka bázlivce kukuřičného?

Bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera*) považovaný za nejvýznamnějšího škůdce kukuřice je asi 0,5 cm velký a vcelku pohledný brouk z čeledi mandelinkovití (*Chrysomelidae*). V 80. letech minulého stol. byl ze Severní Ameriky zavlečen do Srbska, odkud se šíří na všechny strany a dnes je běžný i na Moravě. V našich podmínkách má bázlivec jednu generaci do roka. Přezimuje ve stadiu vajíček uložených v půdě 5–15 cm hluboko. Larvy se líhnou v květnu až červnu, živí se kořeny kukuřice (*Zea mays*) a asi za 30 dnů se kuklí. Rostliny s poškozeným kořenovým systémem jsou sekundárně napadány infekcemi, poléhají a dávají až o 70 % nižší výnos. Dospělí brouci se objevují od června do září a živí se hlavně pylém, bliznami a listy kukuřice. Tím snižují výnosy, způsobené škody jsou však menší než v případě larev. V druhé polovině léta zalézají samičky do půdy a kladením vajíček zakládají generaci příštího roku.

Populační hustotu a tím i rozsah škod způsobených bázlivcem lze zčásti regulovat agrotechnickými postupy, zejména střídáním plodin, většinou je však nutné bázlivce hubit. Běžně se používají insekticidy – buď se zapravují do půdy proti larvám, nebo v postřiku na rostliny proti dospělcům. Použití insekticidů však znečišťuje životní prostředí, proto se hledají šetrnější metody. Bázlivec kukuřičný téměř nemá specifické nepřátele. Podobně jako u jiných druhů brouků, kteří kladou do půdy, jsou vajíčka pojídána pavouky, roztoči a drabčíky. Larvy bázlivce mají velmi lepkavou hemolymfu, tudíž jsou jako potrava nechutné a málo preferované predátory. V boji s bázlivcem se osvědčilo využití mikroskopických hlístic (*Nematoda*) napadajících hmyz. Hlístice lze namnožit uměle ve fermentorech a strojově aplikovat do půdy, kde parazitují a usmrcují larvy bázlivce (ale i kterýkoli jiný hmyz, podobně jako insekticidy, viz Živa 2012, 1: 10–13). Třetí alternativou je použití geneticky modifikované kukuřice. Stručný popis technologie

a výsledků studia jejího vlivu na polní společenstvo členovců shrnuje tento článek.

Co jsou GM plodiny?

Jako geneticky modifikované (GM) jsou označovány organismy, jejichž dědičná informace uložená v DNA byla změněna pomocí technik genového inženýrství, tedy jiným způsobem než běžným rozmnožováním a kombinací vloh rodičovského páru (podrobnosti viz také Živa 2010, 3: 104–106). Pro zemědělství představují genetické modifikace možnost cíleně měnit užitek vlastností plodin. Nejčastějším a komerčně využívaným typem modifikace je transgenozé – vnesení genu z jiného organismu (případně syntetického genu, který z přírodního genu vychází). Vnesený gen propůjčí rostlině nové vlastnosti – u současných komerčních GM plodin jsou to zejména odolnost vůči hmyzím škůdcům a tolerance vůči herbicidům glyfosátu.

Za odolnost proti hmyzím škůdcům vděčí GM rostliny genům *Cry* pocházejícím z běžné půdní bakterie *Bacillus thuringien-*

giensis (Bt). Tyto geny kódují krystalické (odtud Cry) toxiny, které po pozření citlivým hmyzem způsobí letální narušení střeva. Různé kmeny Bt produkují odlišné Cry toxiny, z nichž každý působí specificky jen na určitou skupinu hmyzu. Spory Bt obsahující Cry toxiny se už více než 70 let používají jako biologický prostředek proti škůdcům a dnes představují více než 90 % všech bioagens využívaných v zemědělství, lesnictví a proti larvám komárů. Omezením je však jejich cena i načasování doby aplikace prostředku, protože bakterie musí být na listech přítomny v době žíru škůdce. Při nepříznivém počasí je navíc účinnost omezená. Pro ochranu plodin je proto účinnější tvorba Cry toxinu přímo v rostlině. Gen pro jeden z Cry toxinů se podařilo vnést do genomu tabáku v r. 1987 a r. 1996 byla uvedena na trh Bt kukuřice odolná vůči zavíječi kukuřičnému (*Ostrinia nubilalis*; viz Živa 2004, 2: 54–56).

Dalšími nepřáteli zemědělců bývají plevele, které mohou způsobit 20–60% ztrátu úrody. Moderní zemědělství proti nim používá herbicidy, jako např. glyfosát, který hubí všechny druhy plevelů a je šetrný k životnímu prostředí, protože se v půdě rychle rozkládá. Jeho toxické působení je důsledkem inhibice životně důležitého rostlinného enzymu EPSPS (5-enolpyruvyl-šikimát-3-fosfátsyntáza). Protože glyfosát ale hubí i plodiny, je jeho použití omezeno na dobu před vysetím. Poté se obvykle musí použít další herbicid, který plodina snese. Tato komplikace zvyšující náklady i zatížení životního prostředí byla odstraněna přípravou GM rostlin produkujících enzym EPSPS odolný ke glyfosátu – gen pochází z půdní bakterie *Agrobacterium tumefaciens*. Nejběžnějším herbicidem na bázi glyfosátu je preparát Roundup, proto se nazývají plodiny odolné ke glyfosátu Roundup Ready. U těchto plodin je možné použít Roundup po vysetí a podle potřeby i kdykoli později.

Rozšíření GM plodin ve světě a v Evropě

V r. 2010 se GM plodiny pěstovaly ve 29 zemích na celkové ploše 148 milionů ha, tedy na 10 % celosvětové zemědělské půdy (James 2011). Nejrozšířenější je sója (69,2 milionů ha), pak následuje kukuřice

1 a 2 Dospělci bázlivce kukuřičného (*Diabrotica virgifera*) – samec (vlevo) a samice (vpravo). Snímky Z. Laštůvková



3 Rozšíření bázlivce kukuřičného v České republice v r. 2011.

Podle Státní rostlinolékařské správy

4 Předpisové označení porostu GM kukuřice. Foto R. Fabiánová

5 Počty pavouků, střevlíků a drabčků odchycených za pět týdnů (celková doba přerušované expozice od přípravy setí po podzimní orbu) v každé pokusné variantě do 25 zemních pastí. Orig. Z. Svobodová

(41,7 milionů ha), bavlník (16,1 milionů ha) a řepka (6,4 milionů ha). Dále se můžeme setkat s pěstováním GM rajčete, tykve, papáji, cukrové řepy a vojtekšy, v lesnictví s topolem a borovicí a v zahradnické praxi s karafiátem, petunií a růží. Největšími pěstiteli jsou USA, Brazílie a Argentina; Česká republika byla v r. 2010 se svými 4 680 ha na 22. místě ve světě. Důvodem pro stálý nárůst pěstování GM plodin jsou ekonomické přínosy v důsledku vyšších výnosů a nižších ekonomických vstupů. V poslední době hraje úlohu i snaha omezit používání chemických pesticidů a snížit nebezpečí výskytu mykotoxinů. Meziročně se plocha GM plodin celosvětově zvyšuje asi o 10 %, ale v Evropě naopak dochází k poklesu. Evropská unie se řídí zásadou předběžné opatrnosti, která silně ztěžuje dovoz i použití GM produktů. Dosud byly pro komerční pěstování v EU schváleny jen dvě GM plodiny: v r. 1998 kukuřice odolná vůči zavíječce kukuřičnému a r. 2010 brambory 'Amflora' se zablokovanou syntézou amylózy, která je pro průmyslové zpracování méně vhodná než amylopektin. Většina států EU však odmítá i tyto dvě plodiny. Hlavním důvodem je diskriminace GM úrody, nutnost dodržování pravidel koexistence (např. izolační vzdálenosti) a vyšší administrativní náročnost při manipulaci s GM plodinami.

Příprava na šíření bázlivce

V ČR se bude bázlivec kukuřičný bezpochyby dále šířit (obr. 3). Zatím jsou ekonomické ztráty omezeny povinným střídáním plodin a používáním insekticidů, to však nemusí stačit. Podle zkušeností z USA je neúčinnější ochranou použití GM kukuřice (MON 88017 s expresí toxinu Cry3Bb1). Považujeme ji za vhodnou pro území ČR, musí se však zvážit možná rizika. Nejzávažnějším je nežádoucí ovlivnění společenstev organismů, která jsou nezbytná pro udržitelnost zemědělské produkce a představují významnou komponentu biodiverzity v naší krajině. Proto jsme v r. 2009 zahájili pokus na 25 půlhektarových parcelách s pěti variantami pěstování kukuřice: C – transgenní MON 88017, N – izogenní (netransgenní), I – izogenní ošetřená insekticidem, A a B – nepřibuzné referenční kultivary neošetřené kukuřice. Typ managementu parcel se v letech 2009 a 2010 neměnil. Po oba roky jsme sledovali různé skupiny členovců na rostlinách postupně ve stadiu prvních pravých listů, 6 listů, kvetení a těsně před sklizní. Epigeické členovce (žijící na povrchu půdy) jsme monitorovali pomocí zemních pastí před a po zasetí, v době kvetení a před i po sklizni. Hodnotili jsme i nálet hmyzu na žluté lepidivé desky a výskyt entomopatogenních hlístic v půdě.

Ve všech skupinách sledovaných organismů byly výrazné meziroční rozdíly jak



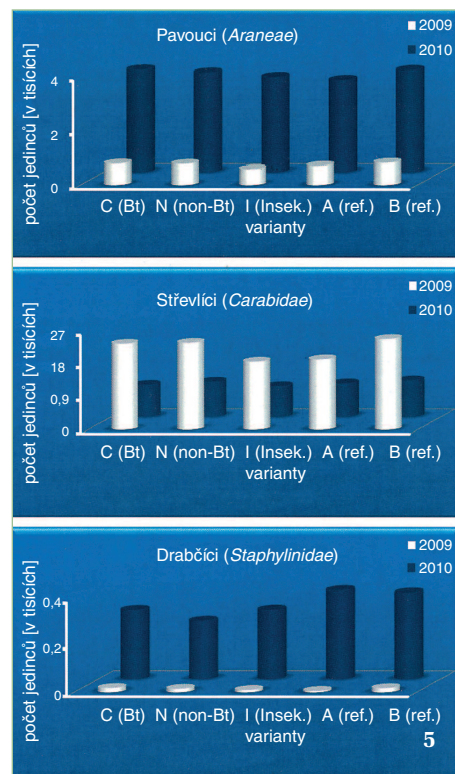
Tab. 1 Počty druhů pavouků, střevlíků a drabčků nalezených na pokusných plochách s různými variantami pěstování (C, N, I, A, B – vysvětleno v textu)

	2009					2010				
	C	N	I	A	B	C	N	I	A	B
pavouci (<i>Araneae</i>)	21	30	26	30	31	20	24	23	26	21
střevlíci (<i>Carabidae</i>)	14	13	11	14	16	9	10	10	13	9
drabčci (<i>Staphylinidae</i>)	12	12	9	6	16	27	29	31	26	35

Tab. 2 Počty jedinců nejvýznamnějších členovců nalezených na rostlinách kukuřice (*Zea mays*). V každé variantě (C, N, I, A, B) bylo náhodně vybráno 100 rostlin, monitorování proběhlo 4krát během sezony. Kromě těchto skupin byli v menším množství zaznamenáni jedinci např. lumčíkovitých (*Braconidae*), zlatoočkovitých (*Chrysopidae*) a zavíječovitých (*Pyrilidae*).

	2009					2010				
	C	N	I	A	B	C	N	I	A	B
mšice (<i>Aphididae</i>)	1 339	1 999	2 041	4 079	2 007	10	11	13	12	24
třásněnky (<i>Thripidae</i>)	1 453	1 478	1 330	1 568	1 467	2 645	2 389	2 241	2 498	2 106
hladěnkovití (<i>Anthocoridae</i>)	140	67	85	103	73	217	159	170	193	158
sluněčkovití (<i>Coccinellidae</i>)	44	35	29	16	45	18	22	20	11	14
pavouci (<i>Araneae</i>)	38	31	28	52	29	64	84	40	48	50

v populační hustotě, tak v počtu druhů (diverzitě) a v žádné skupině jsme nezjistili prokazatelný vliv GM kukuřice. Příkladem mohou být údaje o epigeických členovcích: počet a diverzita pavouků a drabčků byly výrazně vyšší v r. 2010, v případě střevlíků v r. 2009 (obr. 5, tab. 1). Výskyt predátorů na rostlinách podle očekávání odpovídal výskytu kořisti a ani jejich početnost nebyla ovlivněna variantou pěstování. Meziroční rozdíly, výrazné jak u epigeických druhů, tak především u mšic (tab. 2), jsou pravděpodobně způsobeny hlavně rozdílným počasím, kauzální souvislosti však nejsou známy. Dosavadní výsledky jsou v současné době doplňovány



o data z r. 2011, posledního roku pokusu. Absence vlivu GM kukuřice na společenstva členovců je v souladu se závěry polních pokusů provedených v letech 2003–5 s GM kukuřicí MON 810 exprimující gen *Cry1Ab* (Habuštová a kol. 2005, 2006). Naše zjištění i výsledky mnoha dalších autorů (např. Falta a kol. 2009, 2010; Frouz a kol. 2008; Kocourek a kol. 2008; Řezáč a kol. 2006) prokazují, že obavy z nežádoucího environmentálního vlivu GM plodin nejsou opodstatněné.

Výzkum byl součástí projektu NAZV QH91093 s využitím infrastruktury projektu MOBITAG (7. RP-EU, GA 229518).