

vá v zapojeném listnatém lese v krytu mocné hrabanky. To je předpoklad pro přežití mnoha druhů teplých období, takže pokud se vyskytnou v glaciálu, nutno předpokládat přítomnost patřičného vegetačního krytu — zapojeného lesa.

Zoostrotigrafické poznatky také nasvědčují tomu, že řada kryogenních jevů vzniká sice nepochybně působením mrazu, není však vázána na periglaciální klima. Příkladem jsou mrazové sruby a hrubé sutě dnes v literatuře běžně uváděné jako produkt periglaciálního podnebí. Pokud bylo možno hrubé sutě a balvaniště pod skalními stupni sledovat ve fosiliferních výkopech, obvykle se ukázalo, že hlavní období jejich tvorby spadá do poledové doby, především pak do subboreálu, kdy na četných místech došlo k řízení jeskynních vchodů a rozpadu skalních výchozů, a to podle nálezů měkkých pod lesním krytem! Naopak přítomnost čistých spraší nebo jen drobné úlomkovitých sutí překrytých hrubými sutěmi s holocenní lesní faunou na úpatí skalnatých srázů ukazuje, že v době tvorby spraše, tedy v pleniglaciálu, se skalní výchozy nacházely v klidu. Z dalších pozorování stojí za zmínku, že v jihozápadní Francii existují útvary obvykle hodnocené jako mrazové klíny, které obsahují nakupeniny ulití teplomilných submediteránních druhů, jako je kruhoustka lesní (*Pomatias elegans*) holocenního stáří, takže zřejmě nejde o periglaciální jev.

Co se týče věčně zmrzlé půdy, nutno se vypořádat s faktem, že jižním Německem se táhne severní hranice výskytu slepých

endemických předožabřých plžů obývajících podzemní vody. Ta zasahuje na naše území v Bílých Karpatech a odtud se táhne Slovenskem k východu. Na území Moravy žije v puklinových vodách Bílých Karpat endemit vývěrka slovenská (*Alzoniella slovenica*) rozšířená i ve Strážovských vrších a v pohorích na Horní Nitře. V jeskyni Mažarná ve Velké Fatře byl zjištěn jiný podzemní předožabřý plž patrně z r. *Paladilbiopsis*, ve výšce 830 m a v podzemních vodách Slovenského krasu na řadě míst zástupce r. *Hauffenia*. Jejich výskyt je v naprostém rozporu s představou existence souvislé trvale zmrzlé půdy. Rovněž výskyt glaciálních faun ve vysokých horských polohách nasvědčují, že poměry byly příznivější, než se dnes obvykle předpokládá, i když mnohem drsnější než v současnosti. V této souvislosti připomínáme nejen shora uvedené poznatky z Belianských Tater, ale i výsledky pylových analýz fosfátových hlín v alpské velehořské jeskyni Ramesch-Knochenhöhle (v nadm. výšce 2 000 m), které ukazují, že v průběhu celého glaciálu se v této oblasti vysoko nad hranicí lesa udržoval porost velmi bohatých květnatých luk s dominancí složnokvětých (Draxler a kol. 1986).

Závěr

V konfrontaci s dnešními představami o prostředí v době ledové a s interpretací různých jevů považovaných za doklad periglaciálních poměrů lze výpověď fosilních faun shrnout do těchto bodů:

— zoocenózy doby ledové tvoří svěbytná směs prvků subpolárních a alpských s druhy kontinentálních stepí i řadou středoevropských mezofilů, jaká nemá obdobu v současnosti;

— fauna odpovídá převážně bezlesé krajině s drsné kontinentálním podnebí s poměrně teplým létem;

— sprašová společenstva měkkých v souladu s vlastnostmi spraše odpovídají svěbytnému typu prostředí — sprašovému ekosystému, který na území Evropy nemá současnou obdobu — značně odlišné od současného stavu byly také poměry alpského stupně velehor;

— bohatství a výskyt fauny až do alpského stupně ukazuje na prostředí, které bylo daleko úživnější než v dnešní subpolární zóně;

— podíl klimaticky náročných druhů výrazně stoupá jihovýchodním směrem, takže již Slovenský kras byl patrně refugiem mnoha těchto náročných druhů;

— zoostrotografie poskytuje důkazy, že mnohé jevy vykládané jako doklad periglaciálních podmínek vznikaly i v teplých obdobích;

— výskyt trpasličích slepých endemických předožabřých plžů v podzemních vodách jižní části střední Evropy je v příkřím rozporu s existencí dlouhodobě zmrzlých půd;

— složení a výskyt glaciální fauny svědčí sice pro drsné kontinentální podnebí a převážně bezlesou krajinu, nicméně odpovídá prostředí, které se ostře lišilo od poměrů v dnešní subpolární zóně.

Staronový biopesticid

Jaroslav Drobník

V 80. letech 20. stol. jsme se studenty mikrobiologie chodili na exkurze do fermentačního závodu Agrokombinátu Slušovice v Hrobicích. Protože jsme byli mikrobiologové, zajímalo nás zejména, jak se připravovala kultura bakterie sloužící jako biologický insekticid. Dodnes je vyhledávána ekologickými zemědělci, kteří nesmí ničit hmyzí škůdce syntetickými chemikáliemi. Jde o *Bacillus thuringiensis*, bakterii vytvářející spóry. V Agrokombinátu se kultura vyráběla ve fermentačních nádobách o obsahu 30 m³ a používala se pod názvem BATHURIN k postřiku polních kultur ohrožovaných hmyzími škůdci.

Svou slávu si *B. thuringiensis* vydobyl pro způsob, jakým se stará o blaho svého potomstva. Při dovršení životního cyklu buňka vytvoří spóru, která má zachovat rod po dobu nepříznivých podmínek a současně syntetizuje zvláštní bílkovinu, která v buňce krystalizuje. Nazývá se proto bílkovina Cry, dříve se doznačovala jako δ -endotoxin. Jejím specifickým úkolem je velmi výběrově zabíjet určitý hmyz, který se pak stane zdrojem výživy pro potomky bacila vyklíčivší ze spór. Evolucí vznikla široká paleta kmenů *B. thuringiensis* specializova-

ných na určité druhy nebo skupiny hmyzu.

Žádný kmen *B. thuringiensis* nezabíjí veškerý hmyz. Dnes se ve světových sbírkách uchovávají tisíce kmenů s různou výběrovostí toxického účinku, v mnoha případech omezenou na velmi úzké skupiny, většinou *Lepidoptera* (motýli, můry, molí), *Diptera* (mouchy), *Hymenoptera* (vosy, včely) a *Coleoptera* (brouci). Jen vzácně se najde druh bílkoviny Cry jedovatý pro *Nematody* (hádátka). Toxin Cry1Ba se širokým spektrem účinnosti je spíše výjimkou.

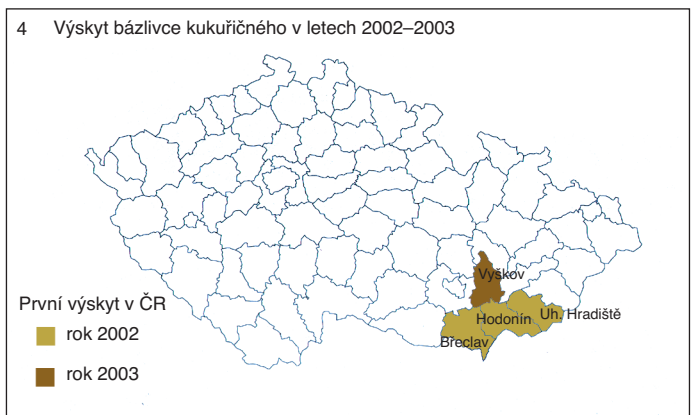
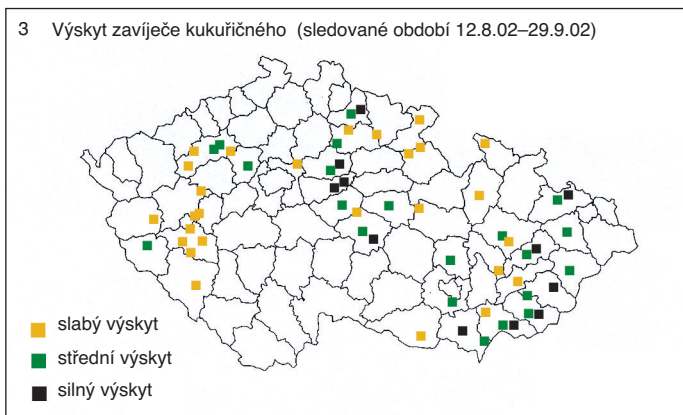
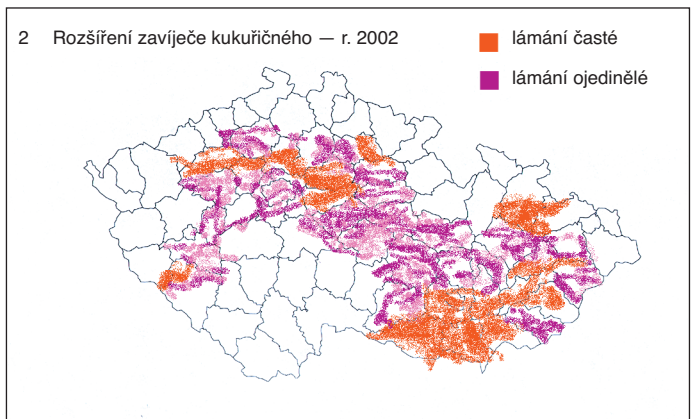
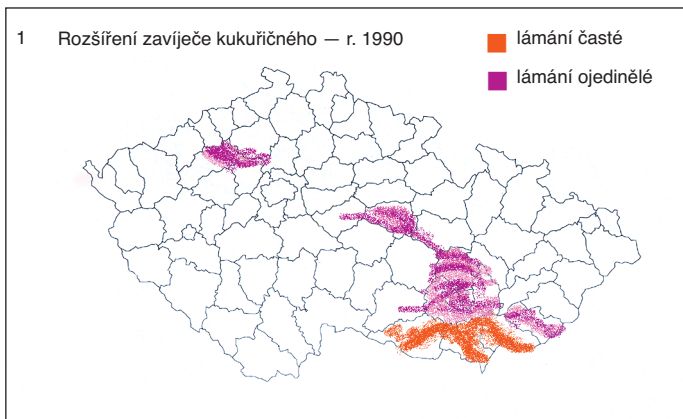
Rodinu toxinů určují zvláštní geny, kterých je popsáno a klonováno kolem 90. Jsou většinou umístěny — někdy ve skupinách — na plasmidech, což jsou relativně autonomní krátké kružnicové molekuly DNA, které se snadno mezi bakteriemi předávají v procesu konjugace. Proto se v jednom kmeni mohou setkat různé geny a tedy vznikat i různé bílkoviny Cry.

Tím se může tvořit široká paleta kombinací specifických bílkovin. Molekula toxinu má tři výrazné domény. Na základě jejich délky, složení a posloupnosti aminokyselin lze sestavit evoluční „strom“ jednotlivých kmenů. Označují se číslicí a malým a velkým písmenem. Fylogeneticky příbuzné

skupiny v zásadě odpovídají specifickému účinku na skupiny hmyzu, což svědčí o koevoluci domén. Nepravidelnosti, které v tomto schématu vznikají, jsou nejspíše způsobeny homologií rekombinací.

Bacillus thuringiensis je běžný mikrob žijící v půdě. S prachem se dostane na části rostlin, které jsou zdrojem potravy pro larvy hmyzu, v případě brouků i pro dospělce. Způsob výběrovosti a zabíjení, který vyvinul, je velmi rafinovaný. Když hmyz pozře krystal, který ulpěl na listu, bílkovina Cry se začne v jeho zažívacím traktu rozpuštět. Uvolněné molekuly se stanou substrátem pro trávicí proteázy a ty z nich uštípnu jeden nebo oba konce. Teprve takto upravená molekula má toxický účinek. Už na těchto dvou úvodních stupních začíná první hrubý výběr obětí. Krystal se rozpouští jen za určité kyselosti prostředí (pH). Larvy motýlů a dvoukřídých mají v zažívací trubici silně alkalické prostředí, kdežto brouci a jejich larvy neutrální nebo mírně kyselé. Proto toxiny působící na první skupinu mají ve struktuře převahu argininu, který je v případě molekul účinných na brouky nahrazen méně zásaditým lysinem. Další rozhodovací stupeň jsou trávicí enzymy, které musí odstříhnout správnou část molekuly.

Enzymatická úprava bílkovinné molekuly z krystalu slouží jako jemné vypilování klíče, který musí přesně zapadnout do zámku. Zámekem ve hmyzím zažívacím traktu jsou specifické povrchové bílkoviny — receptory — na výstelce trávicí trubice. V přesnosti tvaru klíče — bakteriální bílkoviny — a zámku — povrchové struktury střeva — je hlavní příčina vysoké výběrovosti bílkovin jednotlivých kmenů *B. thuringiensis*. Nenajde-li bílkovina „svou“



strukturu na povrchu buněk, je neškodná. Jakmile však „zapadne do zámku“, změni formu své molekuly a v membráně buňky vytvoří otvor, který buňka není schopna zacelit a hyne. V důsledku toho hyne i ten, kdo krystal pozřel — hmyzí larva nebo dospělec.

Právě velmi přesný receptorový mechanismus je však také příčinou vzniku odolnosti u hmyzu. Jestliže se změní gen, který určuje kritickou strukturu receptoru na povrchu hmyzího střeva, bakteriální bílkovina do ni nezapadne dobře, nebo vůbec ne a hmyz se stane částečně nebo úplně necitlivý na Cry toxin. Takovýto gen je většinou recesivní. To znamená, že dodá-li partner při křížení neporušený gen, stačí ten jediný k vytvoření příslušného receptoru, a potomstvo je opět citlivé.

Jinou příčinou necitlivosti může být mutace štěpících enzymů, které potom správně neupraví bílkovinu Cry, aby přesně zapadla do receptoru. U heterozygotních hmyzích jedinců se tato vlastnost projeví jako částečně recesivní.

Pochopitelně se tato vlastnost *B. thuringiensis* již před mnoha lety začala využívat proti škůdcům. Pro ochranu přírody byla příznivá zejména výběrovost. Těžko nalézt chemický insekticid, který by se mohl tak přesně zaměřit jen na jednu skupinu hmyzu. Kromě toho dnes víme, že bílkoviny Cry jsou zcela neškodné pro člověka a další necílové organismy. K malé cti těch, kdo postříkaly obsahující kulturu *Bacillus thuringiensis* používali a používají, je nutno přiznat, že zkoušením této neškodnosti se příliš nezdržovali.

Problémy však byly jinde. Především nákladnost přípravy kultury *B. thuringiensis*. V Agrokombinátu Slušovice byly obrovské haly s fermentory o mnoha tisících litrech, kde se bacil množil. Aby bylo ošetření účinné, musí hmyz se svou potravou požrít příslušný krystal, který ulepí na povrchu listu. Mezi postříkem a žírem nesmí proto uplynout dlouhá doba a hlavně nesmí přšet. Ale

Obr. 1–3 Zavíječ kukuřičný (Ostrinia nubilalis) je drobný motýl, který před 20 lety patřil k raritám na jižní Moravě. Pak se začal šířit na Hanou, přes Polabí do středních Čech a dnes je i na Šumavě a v jižních Čechách. Hrozbou pro pěstitele kukuřice je nejen rozšíření, ale i hojnost populace. Příčina je neznámá, asi jde o soubru více faktorů: mírná změna klimatu, nové odrůdy kukuřice, celkové změny zemědělské techniky a možná i posun ve vlastnostech samotného zavíječe. Od vytvoření map se zavíječ rozšířil dále na jih, až do okresu České Budějovice. Obr. 4 Jiná historie provází bázlivce kukuřičného (Diabrotica virgifera virgifera). Ten je běžný na americkém kontinentě. V r. 1986 se v USA odbadovaly škody způsobené touto malou mandelinkou pěstitelům kukuřice na miliardu dolarů. Brodek napadá zelené části, ale největší škody páchají larvy živící se kořeny. V Evropě jde o dokumentovaný případ zavlečení do nového areálu. Kolem r. 1992 se objevil v okolí letiště v Bělěbradu a tím začalo jeho šíření Evropou. Jelikož dospělci mohou uletět za den desítky kilometrů, šíří se velmi rychle. I když je zatím jen v nejjihnějších oblastech ČR, poučení rychlostí šíření zavíječe, musíme už dnes vážně uvažovat, co s ním. V USA proti němu používají Bt kukuřici s genem pro toxin cry3Bb1. Možná by stačila i vhodná agrotechnika: střídání plodin a hlubší orba, která vystaví larvy mrazu (orig. F. Muška podle V. Růžický 2002)

ani ultrafialové světlo slunečního počásí nepřispívá k zachování účinku Cry bílkoviny. Proto je kritické správně načasovat ošetření kultury.

Tab. 1 Hlavní plodiny s Bt ochranou proti škůdcům v milionech ha celosvětově v r. 2002

Bt kukuřice	9,9
Bt bavlník	4,6

Tab. 2 Vývoj plochy Bt kukuřice (mil. ha)

1997	1998	1999	2000	2001	2002
3,2	8,3	9,6	8,2	7,7	9,9

Třeba u zavíječe kukuřičného je larva nezasazitelná, jakmile se už zavrtala do stébela. Nákladnost a kvalifikované rozhodnutí o načasování je proto problém. Částečně jej řeší feromonové lapáky sloužící k přesnému zjištění výletu motýlků a kladení vajíček. Aplikovat postřík na vzrostlou kukuřici i jiné vysoké plodiny je obtížné a letecký postřík drahý. Z těchto důvodů je použití v rozvojových zemích nereálné.

Tyto nevýhody odstranila až biotechnologie. Metodou genetického inženýrství se gen pro toxickou část bílkoviny Cry může zařadit přímo do rostlinného genomu, takže rostlina sama tento toxin produkuje uvnitř svých buněk. Podle zkratky jména mateřského mikroorganismu takovéto rostliny označujeme jako Bt rostliny. Odpadají náklady na insekticidy, odpadá starost se způsobem aplikace a jejím načasováním a toxin zneškodní i larvu ukrytou uvnitř stonku. To, že rostlina tvoří „insekticid“ ve svých buňkách, není nic nepřírodního. Většina rostlin se tak brání býložravcům: štíplavé sílice cibule, solanin v bramborech nebo alylisothiokyanát křenu jsou rostlinné insekticidy. Proti savcům má např. bez černý jed (lektin) v kůře. Proto ji zajíc neohryže. Kdo viděl pastvinu, často si všiml krásných solitérů durmanu nebo jácíně se tyčících nad spasenou trávou. Krávy dobře vědí, že tato bylina je chráněna látkou pro ně jedovatou. Nic však nebrání tomu, aby hmyz na durman usedal a opyloval jej. Také sbíral nektar i pyl a ukládal jej do medu, na kterém si pochutnáváme.

Přítomnost bílkoviny Cry uvnitř buněk Bt rostliny má ohromnou výhodu: hmyz její účinek pocítí, jen když přejde do jeho zavívací trubice. Tím je však definován škůdce, protože málokdy označujeme hmyz okusující plodiny za užitečný.

Zavedení Bt plodin má velký význam pro všechny zeměděle, ale zejména pro chudé země v subtropickém pásmu. Bavlník obzvláště sužují hmyzí škůdci. Má-li jich

Tab. 3 Ošetření bavlníku v Austrálii chemickým postřikem (počet postřiků za sezonu):

	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	Průměr
běžný bavlník	10,3	10,0	14,0	10,3	11,2
Bt bavlník	5,0	6,0	8,7	6,2	6,5

Tab. 4 Pěstování Bt bavlníku v Číně

rok	plocha bavlníku [mil. ha] (insekticid kg/ha)	z toho Bt bavlník [%] (insekticid kg/ha)	pěstitelé bavlníku [mil.] (% otrav)	pěstitelé Bt bavlníku [mil.] (% otrav)
1997	4,5	1	10,8	<0,1
1998	4,5	2	10,7	0,5
1999	3,7 (60,7)	11 (11,8)	8,5 (22)	1,5 (5)
2000	4,0 (48,5)	22 (20,5)	9,0 (29)	2,8 (7)
2001	4,8 (87,5)	31 (32,9)	13,0 (12)	4,5 (8)

být zbaven, musí se použít někdy až 28 postřiků (průměrně 11) chemickým insekticidem. Tam, kde na to rolník nemá (za sezonu se utratí za insekticidy okolo 500 USD na hektar), má velké ztráty na úrodě. Když si může koupit insekticid a nikoli však potřebnou techniku, vyvolává jeho nechráněné použití mnoho otrav, dokonce i dětí. Světová zdravotnická organizace (WHO) udává půl milionu případů otrav a z toho pět tisíc úmrtí.

Proto úspora postřiku díky zavedení Bt plodin znamená nejen přínos pro přírodu, ale i pro zdraví zemědělců a jejich rodin. Ti, kdo si nemohli dříve insekticid koupit, mají až o 40 % vyšší sklizeň Bt plodin. V r. 1999 se díky Bt plodinám ušetřilo kolem 20 tisíc tun postřiku. V r. 2002 se podle australských vědců použití insekticidů snížilo proti r. 1990 o 65 %, na bavlník dokonce o 80 %. Je samozřejmé, že Bt rostliny nemohou být zcela bez ošetření. Cry toxin nepůsobí např. na mšice nebo na drátovce, takže tam, kde vyvolávají významnou škodu, musí se proti nim insekticidem zasáhnout.

Proti zavíječům kukuřičnému se používá gen pro toxickou část bílkoviny Cry1Ab, který se spolu s bílkovinou Cry1Ac používá i u bavlníku. V USA vznikla aféra, když pro krmné účely připravila firma Aventis CropScience kukuřici s genem pro část bílkoviny Cry9c a ta se dostala do potravinového řetězce. Neprokázaly se negativní zdravotní účinky, ale šlo o vážné pochybení, neboť tato odrůda neměla certifikaci jako potravina.

Nás čeká další problém: V polovině června 1992 se na malém poli poblíž bělehradského letiště objevila drobná mandelinka bázlivce kukuřičný (*Diabrotica virgifera virgifera*), který škodí kukuřici hlavně tím, že jeho larvy okusují kořeny. Od té doby se čile šíří v Evropě a zasáhl už území ČR. Jelikož je to brouk, kukuřice s genem Cry1Ab pro něj není toxická. Chemicky se proti němu zasahuje obtížně, protože se insekticid musí zapravovat do půdy. Ekologicky je to krajně nežádoucí. Proto se očekává, že bude třeba vyvinout způsob použití kukuřice s genem Bt účinným na brouky. Takové geny jsou ve skupinách Cry3, Cry7 a zejména Cry8.

Použití Bt plodin není ovšem — jako každá nová technologie — bez problémů. Již zmíněný výskyt mutant odolným na Cry bílkoviny by mohl dát vznik velkým necitlivým populacím, takže pracně a draze vyšlechtěné Bt odrůdy by byly k nepotřebě. Vznik mutantů by se zvýšil, kdyby se rozšířilo pěstování plodin s malým obsahem Bt toxinu. Proto je nezbytné používat jen ověřené Bt osivo a ne získané z ložské sklizně. S postupným množením a kříže-

ním může obsah Bt toxinu v plodině klesat, a proto jsou nutné průběžné zkoušky osiva.

Problém necitlivosti je obtížný zejména u bázlivce, protože ten se živí nejen na kukuřici, ale i na jiných rostlinách, a tak kombinací toxické (kukuřičné) a netoxické (jiné) potravy se mohou podpořit necitlivé populace.

Bude-li Bt technologie fungovat účinně, vyhubí však nejen škůdce, ale i jejich přirozené nepřátele — dravý hmyz a jiné, neboť je připraví o zdroj potravy. Potom by nebyla proti necitlivým mutantům žádná ochrana než zase vysoce nebezpečné chemikálie.

Z obou důvodů je nezbytný kompromis. Pro kukuřici, která je první Bt plodinou povolenou v Evropě i v ČR, je povinné následující preventivní opatření: Spolu s Bt odrůdou se asi na pětina plochy musí pěstovat nechráněná odrůda. Na takovém „učističi“ se množí běžný citlivý škůdce v mnohonásobně větším množství než může vzniknout necitlivých mutantů. Je tedy vysoká pravděpodobnost, že takový mutant se bude křížit s citlivým partnerem a potomstvo bude zase citlivé. Stejně účinně se stane zásobárnou přirozených nepřátel škůdce.

V počátcích vývoje těchto odrůd se hovořilo o dalších rizicích: z důvodů usnadnit výběr se k Bt genu přidával gen řídicí necitlivost na lékařsky používaná antibiotika (např. ampicilin). Hypoteticky by se takový gen mohl přenést na patogenní bakterie a způsobit rezistenci na toto antibiotikum. Takové odrůdy se dnes již nepoužívají přesto, že se nikdy podobný přenos genu nepodařilo prokázat.

Jedna z prvních odrůd kukuřice měla vysokou koncentraci toxinu v pylu. Byla obava, že může poškodit housenky necitlivých druhů motýlů konzumujících plevel silně poprášený tímto pylem. Dnešní odrůdy mají mnohokrát nižší obsah toxinu v pylu a ani v případě té původní se takové otravy housenek v přírodě nepozorovaly.

Zavíječ kukuřičný začíná být vážným problémem i v ČR, a proto ochrana proti němu je aktuální. Jsou v podstatě čtyři možnosti, jak na situaci reagovat:

- Ignorovat ho a akceptovat ztráty. Na americkém středozápadě takto postupovala v r. 1998 asi třetina farmářů. Ztráty způsobené zejména poléháním je možné dřívější sklizní snížit. Problém je však jinde: poškození kukuřice larvami zavíječe otevírá vstupní bránu plísním, které produkují rakovinotvorné mykotoxiny. Ty přecházejí z píce do tuku mléka. Proto kukuřici s vyšším napadením plísněmi nelze použít ani jako krmivo. Již pět zrn napadených fusariem na tisíc zdravých činí kukuřici nepoužitelnou. Tento problém mají zejména ekolo-

gičtí zemědělci, kterým není dovoleno používat chemické insekticidy a z obchodních důvodů si dali do pravidel, že nebudou používat ani Bt plodiny. Letos dvě anglické firmy prodávající jejich „bio“ produkty musely stáhnout z obchodu kukuřičnou mouku pro vysoký obsah nebezpečných produktů plísní.

- Použití standardní chemický insekticid. Použití insekticidů je nákladné; musí se použít 8 až 10 postřiků s tří až čtyřdenním intervalem, přičemž jen cena insekticidu na jeden hektarový postřik je 150 až 300 Kč. Pokud se z důvodů neúspěšného monitorování nebo špatného počasí nepovede optimální načasování, jsou náklady na použití insekticidu ztrátové a ničí se spíše užiteční predátoři a indifferenční hmyz. V r. 2002 bylo u nás proti zavíječům ošetřeno 10 813 ha zejména pyrethroidy. Důsledky pro přírodu si lze snadno představit.

- Použití parazitickou vosičku *Trichogramma brassicae*. Firma dodává umělá hnízda obsahující asi 500 kulek vosiček, která se ve dvou ošetřeních s rozmezím 8-10 dní zavěšují na rostliny ručně, asi 200 hnízd na hektar. Ošetření jednoho hektaru vyžaduje čtvrt hodiny ruční práce a 800 Kč výdajů za preparát, při započtení státní dotace na biologickou ochranu. Zavěšování musí být načasováno na počátek náletu, dřív než zavíječ začne klást vajíčka, což předpokládá kvalifikované sledování vletu škůdce. Účinnost je 70-80 % při správném načasování, neboť vosička napadá jen čerstvě nakladená vajíčka. Ekologický dopad uvedení do přírody stovek tisíc uměle odchovaných vosiček není dokonale prostudován. Je jisté, že likvidují také vajíčka neškodných motýlů a mūr.

- Použití hybrid Bt kukuřice. V první řadě je nutno mít výběr transgenických hybridů o agrotechnických vlastnostech odpovídajících potřebám dané oblasti. Než se plodiny obsahující Bt gen pro Cry toxin zaregistrují k běžnému pěstování, musí projít odrůdovými zkouškami povinnými pro každou novou odrůdu. Trvají zpravidla nejméně tři roky a hodnotí se stálost odrůdy, výnos a další agrotechnické vlastnosti. Teprve potom je dostane do rukou běžný zemědělec. Zda je použije či ne, závisí na ekonomickém rozboru. Ten vyhodnocuje tři faktory: cenu transgenických hybridů a odbyt produktu. Zejména poslední faktor je v atmosféře iracionálního odmítání genetických modifikací v Evropě sporný. Živočišné produkty zvířat krmných transgenními plodinami se značit nemusí, takže je možnost použít transgenní kukuřici jako krmivo. Třetím faktorem úvahy je očekávané napadení zavíječem v daném roce a tím míra ztrát, kterým by použití transgenických hybridů předešlo. V tom je velká nejistota. Např. v USA přineslo farmářům použití Bt kukuřice v r. 1997 zisk 89 milionů USD, kdežto o rok později ztrátu 26 milionů USD, neboť výskyt zavíječe byl malý.

Aby se tyto faktory mohly odpovědně vyhodnotit v českých podmínkách, povolilo ministerstvo životního prostředí polní pokusy s Bt kukuřicí. Při nich Entomologický ústav AV ČR a Výzkumný ústav rostlinné výroby sledovaly během dvou let její vliv na společenstvo hmyzu ve srovnání s odpovídající kontrolní plochou standardní kukuřice. Výsledky, které se právě zpracovávají, budou mít význam pro celou střední Evropu.