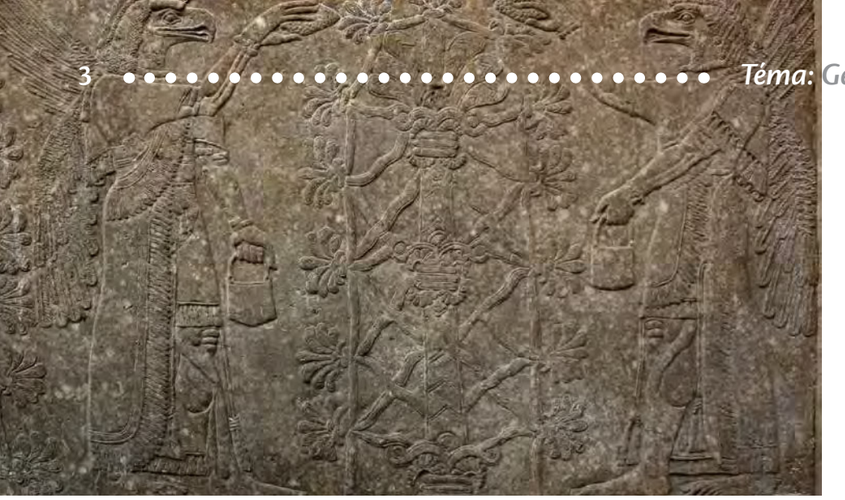

Asyrská božstva symbolicky opylující palmu datlovou

GENETICKY MODIFIKOVANÉ ROSTLINY

Monsatan. Frankensteinovy potraviny. Trojský kůň genových inženýrů… Tak a podobně označují geneticky modifikované plodiny jejich odpůrci. Proč a jak si část zejména evropské laické i odborné veřejnosti vytvořila takový přístup k nejmodernější metodologii šlechtění kulturních rostlin?

Začátky existence prvých domestikovaných rostlin, sloužících člověku jako potravina, klade současná věda zhruba do doby před osmi až deseti tisíci lety. Shoduje se vcelku i v názoru na technologii jejich vzniku. Spontánní mutageneze či nahodilá vzdálená hybridizace, následované zprvu intuitivní, pak již cílenou selekcí, vedly k ustálení prvotních rostlinných populací a později odrůd, kultivarů. Koneckonců, postupy snad cíleného křížení, přinejmenším opylování například palmy datlové, máme již dokumentovány na dávných asyrských reliéfech, v současné době vystavovaných v Louvru.

Poznatky J. G. Mendela a jeho následovníků daly klasickému šlechtění rostlin a živočichů potřebný základní teoretický rámec. Nedovolily však překročit zásadní omezení, daná mechanismy „přirozené“, evolučně podmíněné nekřižitelnosti dokonce i velmi blízkých rostlinných druhů. Příkladem mohou být mj. různé druhy tuberózního bramboru, během své evoluce trvale izolované v různých horských oblastech jihoamerických And. Navzájem křížit se odmítají – a jejich využitelnost coby genových zdrojů pro různá rezistenční šlechtění, např. vůči virozám, je tak minimální.

Obecným handicapem standardního šlechtění je však i v případě křižitelnosti různých rodičů jeho značná časová náročnost. Při výrazné heterozygotnosti, což je opět případ kulturního (lilku) bramboru (*Solanum tuberosum* L.), je pro ustálení požadovaného znaku a jeho „očištění“ od současně vnesených znaků/genů nežádoucích potřeba období až patnácti let. Trvalým přáním šlechtitelské praxe tak byly a jsou postupy, jež by tuto dobu podstatně zkrátily.

V tomto kontextu nabídly zásadní naději techniky využívající rekombinantní DNA a umožňující tzv. přímý přenos izolovaných a detailně definovaných genů (transgenozi) u nejrůznějších živých organismů. Slovník vědců i masmédií se tak v osmdesátých letech minulého století obohatil o zkratky GMO (geneticky modifikovaný organismus) či GM techniky. Nejprve ve sklenících a na uzavřených pokusných políčkách, později pak na „velkých širých lánech“, dosahujících celosvětově více než 170 milionů hektarů (resp. 10 % obdělávané plochy), byly a jsou pěstovány GM plodiny již několika desítek rostlinných druhů s nejrůznějšími „uměle“ vnesenými geny nejen rostlinného či bakteriálního, ale též živočišného, ba lidského původu.

Tou první vlašťovkou, zatím bez komerčního využití, byl v roce 1986 tabák s vneseným genem proteinu fazeolinu (z *Phaseolus vulgaris*). V současnosti nejrozšířenější GM plodinou je zřejmě kukuřice s vloženým BT genem bakteriálního původu (*Bacillus thuringiensis*), činícím ji odolnou vůči škodlivému motýlku zavíječi kukuřičnému. Její příběh bychom mohli označit za modelový pro celou problematiku přípravy i využití GM plodin, jejich ekonomického i ekologického přínosu i rizik a pro vztah laické i odborné veřejnosti k nim.

Patogenní mikroorganismus *Bacillus thuringiensis* napadá, přísně druhově specificky, larvální stadia (např. housenky) různého typu hmyzu – motýlů, blanokřídlého a dvoukřídlého hmyzu a brouků. Postupně je zabíjí svým *cry*-toxinem, jenž při vazbě na různé receptory proděraví výstelku jejich střev. Pro jakékoliv obratlovce je neškodný.

Účinek BT toxinů je znám již od počátku minulého století a ty se tak záhy dočkaly i praktického využití. Ve Francii třicátých let byl na základě usmrcených bakteriálních BT kultur prodáván příslušný (bio- … tehdy se tomu tak ale ještě neříkalo) insekticid. Ti starší mezi námi mohou pamatovat přípravek BATURIN, vyráběný a třebas na výstavách Země živitelka nabízený Agrokombinátem Slušovice.

Současná skripta ekologického zemědělství MŽP (Urban et al., 2003) doporučují jako účinné biopesticidy BT přípravky Biobit XL a Biobit WP (BT varieta *kurstaki*) proti škodlivým motýlům či Novodor (BT varieta *tenebrionis*) proti broukům… Výhodné jsou zejména pro skleníkové hospodářství. Ale na poli – znáte to. Nutno se postřikem strefit do toho správného vývojového stadia škůdce a doufat, že dříve nepřijde vítr či déšť.

Proč a jak si část zejména evropské laické i odborné veřejnosti vytvořila takový přístup k nejmodernější metodologii šlechtění kulturních rostlin?

Není proto divu, že se první komerčně využitelná GM „protizavíječová“ kukuřičná linie MON 810 setkala zhruba před 20 lety s obrovským nejen ekonomickým, ale také ekologickým úspěchem. Příslušný toxin si vyráběla sama, v podstatě ve všech pletivech. Neškodila žádnému jinému hmyzu, kromě dotyčného zavíječe. Farmářovi chránila úrodu – a výrazně omezila, ne-li zcela vyloučila, potřebu použití konvenčních insekticidů.

Modernější linie BT kukuřic mají v prvé řadě výrazně sníženou schopnost tvořit BT toxin v prašnících – a tedy v pylu. Brání tak nežádoucímu (legislativně, přírodě to nevadí) šíření BT genu do sousedních lánů, třeba těch patřících ekologicky hospodařícím zemědělcům. Naopak, jsou jim spíše bezplatnou pomocí, neboť fungují jako lapač a zabíječ pro larvy vyvíjející se z vajíček nakladených samičkami zavíječů, které se bezpečně vyvinuly právě na těchto eko-lánech. Již před pěti lety publikovaná studie čtrnáctiletého výskytu populací zavíječe v pěti státech USA pěstujících BT kukuřici prokazuje mj. ekonomickou úsporu bezmála sedmi miliard dolarů, z toho dvě třetiny ušetřili právě ekologičtí farmáři, dražší BT osivo nekupující. Výskyt zavíječe klesl o 23 až 75 %.

Moderní BT kukuřice obsahují i více alternativních *cry* – genů. Snižuje se tak významně riziko vzniku rezistentních hmyzích populací, navíc je možné kombinovat odolnost k zavíječi s odolností vůči dalším škůdcům (třeba brouku bázlivci). Nadto během zmíněných dvaceti let byla zemědělské praxi předána více než desítka dalších BT plodin s potravinářským i technickým využitím. Patří mezi ně zejména bavlník a tabák, ale také brambor, rýže a baklažány. Celosvětově mají mnoho příznivců, ale také odpůrců. Jejich argumenty mají – i nemají – své racionální jádro. Realita je však (zatím?) nepotvrzuje. Uveďme si dva typické příklady.

První léta bylo pěstování BT kukuřice na severoamerickém kontinentu provázeno mj. obavou z možných výjimek druhově specifického působení dané BT serovariety. Co když budou ohroženy i příbuzné či dokonce nepříbuzné motýlí druhy? Jmenovitě kultovní motýl monarcha, jehož pravidelné tahy ze severu Severní Ameriky až do Mexika a zpět patří každoročně k místnímu krajinnému koloritu? Obava se ale nepotvrdila, naopak. Dlouhodobě snížené použití konvenčních insekticidů napomohlo k zesílení jeho populací.

K těm možno říci filozofickým námitkám patří argument: GM techniky, postavené na principu horizontálního genového transferu (HGT), jsou přírodě cizí. Jenže naprostá většina dnešních transgenních technik je založena na využití přirozeného přenašeče, tedy půdní bakterie *Agrobacterium tumefaciens*. Její mimochromozomální (plasmidová) DNA svojí inzercí do chromozomu rostlinné buňky způsobuje v hostiteli tvorbu nádorů (crown-gallů), v nichž se poté bakterie množí. Genoví inženýři používají tentýž vektor, zvaný Ti-plasmid, jen tzv. odzbrojený, tj. zbavený původních hormonálních onkogenů. Na jejich místo pak zasadí příslušný žádaný gen – v tomto případě BT.

Kukuřice (*Zea mays*) – zejména ve svých „hmyzuvzdorných“ BT formách celosvětově nejvíce využívaná GM plodina

Tabák (*Nicotiana tabacum*) – pro biotechnology jsou různé druhy tabáku oblíbeným pokusným modelem již téměř sto let

◄ Povijnice batátová (*Ipomoea batatas*) – více než 8 000 let stará, přirozeně geneticky modifikovaná /transgenní, celosvětově používaná plodina

Zcela recentně byla ve špičkovém časopise PNAS publikována práce prokazující, že genom zřejmě všech současných odrůd kulturního sladkého bramboru (*Ipomea batatas*) obsahuje sekvence homologní ke dvěma různým úsekům plasmidové DNA, původem z *Agrobacterium tumefaciens* i blízkého *Agrobacterium rhizogenes*. Začlenily se do něj spontánně během fylogeneze, a to mechanismem nazývaným horizontální genový transfer (HGT). U různých planých druhů tuberózních *Ipomea batatas* nalezeny nebyly. Jejich biologická funkce není zatím známa, nevíme ani, jak napomohly dávné domestikaci této rostliny. Na každý pád můžeme ale uzavřít, že se v genomu kulturního sladkého bramboru udržují již od počátku jeho existence, tedy zhruba deset tisíc let. Deset tisíc let lidstvo konzumuje tuto přirozeně transgenní plodinu – zřejmě bez negativního účinku na své zdraví. Poopraví jeho dosud nedůvěřivá část svůj názor na Frankensteinovy potraviny?

Autor:
prof. RNDr. Zdeněk Opatrný, CSc.
(opat@natur.cuni.cz; Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy)