

Geneticky modifikované potraviny

Snahou výrobců potravin, čímž se rozumí i zemědělští producenti surovin, je dosáhnout požadované kvality za přiměřené náklady. Rostoucí důraz na ekologii poněkud omezuje pěstební, chovatelské a zpracovatelské technologie. Jedním ze způsobů dosažení kýženého výsledku je šlechtění, jehož cílem je právě zlepšení vlastností, dosažení vyššího výnosu či lepší zpracovatelnosti.

Historie

Až do 18. století se šlechtění uskutečňovalo pouze výběrem, tzn. k výsevu kulturních rostlin se vybírala semena nejlepších jedinců. Šlo o trpělivý výběr přirozených dědičných změn - mutací (různá plemena psů, domácí hospodářská zvířata a pod.). Druhou etapou bylo křížení různých linií uvnitř druhu, později i různých druhů. Příkladem může být např. obilnina tritikale jako kříženec pšenice a žita. Často se používaly drastické zásahy, jako použití ocúnového toxinu kolchicinu pro zmnožení chromosomů anebo ionizujícího záření pro vyvolání mutací. Výsledkem bylo rozhození dědičné výbavy a z následné generace pak výběr nejoptimálnějších vlastností pro daný účel. Byly to metody pokusů a omylů a výsledek byl těžko předvídatelný. Důsledky nikoho neznepokojovaly, ačkoliv nebylo známo, co se děje v dědičném základu nových šlechtěnců a jaké dlouhodobé zdravotní a ekologické důsledky to může mít.

Současnost

Poslední čtvrtina 20. století zavedla do šlechtění metodu genetických manipulací, která umožnila cíleným vnesením specifických genů do rostlinného dědičného základu upravit vlastnosti modifikovaného organismu požadovaným směrem. Zrodily se geneticky manipulované organismy. Sami vědci vyslovili obavy o důsledky těchto pokusů a výsledkem byly formulace přísných pravidel pro kontrolu výsledků a také prohloubení studia mechanismů pro vlastní manipulace a následné chování vlastních geneticky manipulovaných organismů, a to i po jejich zpracování na potraviny. Současně ale se zvedla vlna literatury science fiction, kde genetické modifikace poskytly vhodné téma pro katastrofické scénáře. Džin byl vypuštěn z lahve.

Genové manipulace upravují geny cílových organismů. Pod pojmem gen se rozumí úsek DNA, kyseliny deoxyribonukleové, který plní určitou funkci. Může určovat složení jedné bílkoviny, např. odpovědné za vlastnosti organismu. Geny pro tvorbu bílkovin jsou celkem universální a mohou být shodné pro více organismů. Označují se jako geny strukturální. Jiné geny mají regulující funkci a působí jen v daném organismu, v jiném jsou neúčinné. Zdroje strukturálních genů pocházejí z dědičného základu jiných organismů, rostlin, živočichů, bakterií nebo virů, ale mohou to být i geny syntetizované v laboratoři. Gen je tvořen kyselinou fosforečnou, řetězci molekul kyseliny deoxyribonukleové (DNA) anebo ribonukleové (RNA) a čtyřmi bázemi: adeninem (A) a thyminem (T) a guaninem (G) a cytosinem (C). V RNA je nahrazen thymin bazí uracilu (U). Tyto dvojice bazí lze chápat jako prvky jednoduché abecedy, které podle posloupnosti spojení tvoří slova, věty, odstavce, podobně jako písmo u tiskařů. Gen představuje část matrice, která nese určitou vlastnost a páruje se podle párovacího pravidla do jiného řetězce, kde je deoxyriboza nahrazena ribozou a nazývá se RNA. Podle RNA se pak jich tvoří příslušné bílkoviny, což se nazývá exprese genu. Regulační funkce genu spočívá v tom, že označuje počátek a konec strukturálního genu, tedy informace pro expresi nepostradatelná. Regulační úseky musí být vlastní organismu, kam chceme gen přenést anebo kde již působí. Obecný mechanismus genového přenosu strukturálního genu nezávisí na vývojové vzdálenosti dárce ani příjemce DNA.

Celkový počet genů v rostlinných buněčných jádrech se u různých organismů liší a odhaduje se na 20-50 tisíc. Při genových manipulacích se vnášejí obvykle dva přesně definované geny. Je to menší zásah než při přirozených mutacích v přírodním prostředí, kde se využívá selekce.

Jaký je smysl genových manipulací? Především jde o zlepšení vlastností geneticky manipulovaného organismu, které mohou vést k zlepšení technologických vlastností, odolnosti, nepřímé ochraně životního prostředí, snížení nákladů na produkci zemědělských surovin a potravin, ale i dalších nepotravinářských produktů. Stručně a přehledně se jedná o tyto přínosy:

- zvýšení výnosů plodin a užitkovosti hospodářských zvířat;
- zvýšení nutriční hodnoty potravin, organoleptických vlastností a trvanlivosti;
- snížení ztrát při pěstování a chovu;
- omezení chemizace zemědělské výroby zvýšením odolnosti proti škůdcům i novým biocidům s rasantním účinkem a lepší rozložitelností;
- rozšíření pěstování organismů v oblastech s extrémními klimatickými a půdními podmínkami;
- náhrada chemických procesů při využití obnovitelných surovin pro nepotravinářské, farmaceutické a energetické využití;
- zlepšení odpadového hospodářství;
- zlepšení diagnostických a léčebných postupů včetně hledání příčin dědičných chorob v humánní medicíně.

Praktické výsledky genových manipulací

- Vnesení transgenů pro **odolnost rostlin vůči herbicidům** nové generace. Tyto herbicidy jsou velmi účinné, ale působí jen na rostliny a ne na živočichy. Po aplikaci do porostu a zasažení plevelů se rychle rozkládají,

takže nezanechávají žádné toxické zplodiny. Před vyvinutím transgenních rostlin se nedaly použít, protože působily i na kulturní rostliny. Efekt spočívá v tom, že místo několikanásobného postřiku různými herbicidy se porost ošetří novým herbicidem jednou - dvakrát, v menší dávce. To vede k úspoře nákladů, práce, nafty (skleníkový efekt se sníží).

- **Odolnost proti rostlinným virům** se provede vnesením genu, který produkuje bílkovinu, která vir obalí (protein coating). Gen přímo pochází z viru, proti kterému má působit. Tyto viry se volně nacházejí v rostlinném materiálu a denně je konzumujeme ve relativně velkých množstvích. V konvenční rostlině konzumujeme nejen plášťový protein, ale i virovou RNA, která v transgenní rostlině není.
- **Odolnost proti hmyzím škůdcům** je založena na tvorbě bílkoviny nazvané delta-toxin, kterou produkuje v přírodě volně žijící bakterie *Bacillus thuringiensis*. Tato bílkovina je toxická pro některé hmyzí škůdce a proto v nedávné minulosti se tyto bakterie kultivovaly a ve formě postřiku aplikovaly na polní kultury. Zavedením genu pro produkci delta-toxinu přímo do kulturní rostliny, např. kukuřice, se dosáhlo odolnosti proti zavíječi kukuřičnému, u brambor proti mandelince bramborové a u bavlníku proti jeho škůdcům. U transgenních odolných rostlin se eliminují ztráty způsobené škůdci a snižují náklady spojené s mechanickou aplikací.
 - Zrnokaz hrachový je schopen zničit až třetinu úrody hrachu. Z jara samičky nalétávají na kvetoucí hrách, nakladou tam vajíčka, z nich se vylíhnou larvy, ty se prokoušou do lusu a zavrtají do semena. Tam dokončí vývoj na dospělého brouka a zjara se může cyklus opakovat. Řešením donedávna bylo nasazení tvrdé chemie.
 - Tým Thomase Higginse z australské CSIRO Plant Industry vyvinul hrách s ochranou proti zrnokazovi hrachovému. Fazol disponuje genem, který produkuje inhibitor alfa-amylázy. Ten narušuje trávení škrobu a tím hubí larvy zrnokaza hrachového. Příslušný izolovaný gen fazolu byl pak implantován bakterii *Agrobacterium tumefaciens*, které jej propašovaly do její DNA. Nově vzniklá odrůda odolávala larvám zrnokaza s účinností 99,5 %. Geneticky modifikovaný hrách čekaly roky náročných testů. Botanici zkoumali, zda se pyllem tohoto hrachu neopylí jiné rostliny nebo jiný představitel australské flóry nezíská rezistenci vůči svému přirozenému škůdci a nestane se tak nezníčitelným plevem. Toxikologové zkoumali případnou toxicitu GM hrachu. Bylo rovněž zkoumáno, zda GM hrách nevyvolává alergii. Ukázalo se, že GM hrách si inhibitor upravil tím, že jej obklopil jinými cukry. Pozměněný hrách dráždil myším jejich imunitní systém. Nikoliv samotná konzumace, ale až injekce čistého inhibitoru nebo při jeho vdechování. S GM hrachem byl konec.
 - To byla voda na mlýn odpůrců technik GM. Tvrdili, že už dávno říkali, jak jsou GM plodiny nebezpečné a metody genetických manipulací rizikové a nejisté. Zastánci odporovali, že vyřazení GM hrachu ukázalo na pečlivou kontrolu výsledků, navíc že konzum nevádí, až injekce nebo vdechování, což v přírodních podmínkách nepřichází v úvahu. Navíc ke stejnému opatření, tj. vytvoření obrany proti zrnokazu hrachovému, lze docílit dlouholetým a náročným šlechtěním bez použití genetických postupů, a tam se pak již nic neověřuje.
 - Inhibitory alfa-amylázy ale produkuje celá řada dalších rostlin, např. obiloviny. A jejich vdechování vyvolává alergie a astma u pekařů. Přitom přirozené alergeny nevyžadují žádné podobné zkoušky na jejich negativní působení. Ročně např. umírají stovky lidí na alergii, kterou vyvolávají běžně prodávané burské oříšky.
- **Prodloužení technologické trvanlivosti** rajčat se dosáhlo zavedením syntetického z transgenu, který vyřadil z činnosti normální gen rajčat pro polygalakturonázu. Tento enzym se podílí na konečné fázi zrání tím, že podporuje rozklad pektinů a rajčata měknou. Ukázalo se, že genovou manipulací se sice měknutí nezabrání, ale zvýší se výrazně ochrana před kažením plodů a ty mají lepší senzorické vlastnosti. Jiný syntetický gen zabránil činnosti jednoho z genů pro tvorbu etylénu, který spouští proces zrání. Pokud etylén nevznikne, rajčata nečervenají a nedozrávají se je možno je sklídit na keřích všechny najednou velké a zelené a pak ještě delší dobu skladovat. Dozrávají pak v kontejneru, do kterého se přidá etylén. Ke spotřebiteli se dostanou v optimální kvalitě, čerstvé a nepoškozené.
- Část transgenních rostlin je určena jako **surovina pro průmysl**. Např. v obalové technice se začíná uplatňovat polymer kyseliny hydroxymáselné, který je biologicky degradovatelný. Tento polymer je zásobní látkou některých bakterií, ale gen byl zaveden do odrůdy řepky. Řepka byla také modifikována na vyšší produkce kyseliny erukové jako surovina pro výrobu nylonu, je známé využití řepky ve formě biodieselu.

Bezpečnost genových manipulací a produktů genových manipulací

Cesta k získání transgenní rostliny je dlouhá. Začíná v laboratoři a proces je podobný jako u zkoušení nových léčiv. Odrůda musí projít velice přísným souborem zkoušek předepsaných vyhláškou anebo zákonem, dále povinnými ověřovacími testy. Na základě pečlivě vedené dokumentace se pak v komisích expertů rozhoduje o registraci (schválení) nové odrůdy pro praxi.

Při genových manipulacích se pro nalezení buněk, kam byl úspěšně vpraven transgen, používá tzv. selektivní gen, který způsobuje necitlivost k určitému antibiotiku. Po přidání antibiotika se tkáňové kultury se pak oddělí buňky citlivé na antibiotika, tedy bez transgenu, od těch, které selektivní gen obsahují, t.j. s transgenem. Účinek selektivních genů spočívá v tom, že ty kódují speciální enzymy (neomycinfosfotransferázu nebo hydromycinfosfotransferázu), které pak příslušná antibiotika zneškodní. Zde se také narodila jedna z námitek na používání transgenních rostlin, protože ty obsahují gen s rezistencí na antibiotika, což by mohlo v humánní medicíně vytvářet rezistenci na léčebné postupy s použitím antibiotik. Proto se provedly rozsáhlé testy na toxicitu a stabilitu těchto enzymů při perorálním podání. Výsledky neprokázaly žádné nepříznivé vlivy. V zažívacím traktu byly enzymy zcela rozloženy, toxicita nebyla prokázána. Totéž probíhá i v zažívacím traktu hospodářských zvířat, krmných geneticky manipulovaných krmiv, např. kukuřic. Je naprosto spolehlivě prokázáno, že žádný gen z bakterie, rostliny nebo živočicha se po konzumaci nemůže dostat do genetické výbavy (genomu) konzumenta

(člověka či hospodářského zvířete), tedy ani následně do produktů hospodářských zvířat (mléko, maso, vejce). Kromě toho ve střevní mikroflóře existuje více než 1000 bakterií přirozeně resistentních na testovací antibiotikum kanamycin a léčbě to nevádí.

Další námitkou aktivistů proti genovým manipulacím je varování před neznámem. Zákaz transgenose je požadován i v případech, kdy prokazatelně neexistují žádné důsledky této činnosti. Je to obava před šířením tzv. nepřírodních genů v přírodě. Tyto hlasy si neuvědomují, že právě v přírodě vznikají stále nové a nové geny mutacemi a složení přírodních populací se neustále mění v důsledku selekce dané vnějším faktory, také v důsledku lidské činnosti, ale i v důsledku dalších zákonitostí populační genetiky.

Řada potravin obsahuje alergeny, zejména bílkoviny, které působí potíže asi 0,5 % populace. Z dosud GMO proteinů se při testování neprokázala žádná alergenost běžnými rutinními postupy testování. Výjimkou bylo vývoj GM sóji s vyšším obsahem metioninu jako krmiva pro dobytek. Využit byl gen s para ořechů, který ale přenášel i alergii na para ořechy. Přesto, že vyvíjená soja nebyla určena pro lidskou výživu, vývoj byl po tomto zjištění zastaven. Přesto tento případ je používán v argumentaci proti GMO. Nebere se např. v úvahu, že mechanismus ověřování vyřazuje při vývoji léků asi 95 % zkoumaných preparátů.

Prevence rizik

Jak počáteční obavy vědců, tak i tlak veřejnosti na eliminaci možnosti zdravotních rizik a negativního ovlivnění životního prostředí vedly k maximální obezřetnosti práce s GMO. Americký Národní ústav zdraví (NIH) vydal od r. 1976 sérii směrnic pro práci s GMO. Američtí vědci s postupujícími zkušenostmi prokázali, že obavy jsou neopodstatněné a přesvědčili americké zákonodárce, že není třeba speciálních zákonů pro genetické manipulace a jejich produkty. V Evropě vznikl tlak environmentalistů, který převážil odborné argumenty, a proto v r. 1990 vyšly v EU dvě direktivy značně omezující práci s GMO a jejich využití. Od té doby se vícekrát novelizovaly směrem k liberalizaci. Podobná opatření jsou připravována i v ČR. Jedná se o zákon o nakládání s geneticky modifikovanými organismy č. 78/2004 Sb. a prováděcí vyhláška č. 209/2004 Sb., jejichž cílem je poskytnutí bezpečnostních záruk včetně kvalifikovaného dohledu, ale i otevření možnosti využívat přednosti GMO a usnadnit mezinárodní obchod s touto komoditou. Zákon definuje GMO jako organismus (kromě člověka), jehož dědičný materiál byl změněn genetickou modifikací. Zákon definuje a reguluje nakládání s GMO, uzavřené nakládání s GMO (včetně jejich zneškodnění), uvádění GMO do životního prostředí a do oběhu, hodnocení rizika nakládání s GMO a určuje kategorie rizik. Na základě zákona MŽP je povinno vytvořit a vést čtyři seznamy:

- pro osoby oprávněné k určitému způsobu nakládání s GMO;
- GMO schválené pro uzavřené nakládání;
- GMO schválené pro uvádění do životního prostředí;
- GMO schválené pro uvádění do oběhu.

Žádosti o zařazení do seznamů schvaluje MŽP na základě doporučení odborné komise složené ze zástupců MŽP, MZd, MZe a České komise pro nakládání s GMO a jejími produkty. Specifikace GMO nemohou být předmětem obchodního tajemství, podobně jako popis změněné DNA. V rámci zákona je dále

- zabezpečována výchova pracovníků státní správy a dalších příslušných institucí, které budou přicházet s touto problematikou do styku;
- ustaven systém pro informace veřejnosti a navázána spolupráce se zahraničními legislativními partnery (OECD, EU, OSN, CEFTA a pod.).

Hospodářské a politické aspekty

GMO našly uplatnění především v USA, kde velké společnosti investovaly do jejich vývoje s cílem očekávaných zisků z jejich prodeje. Zájem o GMO je také v rozvojových zemích a zemích ohrožených hladem a specifických alimentárních onemocnění, protože umožňují výbornou prevenci tam, kde běžné zemědělské postupy nechrání před nedostatečnou výživou. Evropa se svojí Společnou zemědělskou politikou, která byla velmi úspěšná, takže dnes vede kuriózně k nadprodukcí potravin a potravinářských surovin, viděla v GMO programu určité riziko a proto oficiální místa byla zdrženlivá. Svůj díl zde sehrály i velké koncerny, které zanedbaly osvětu a ignorovaly zdánlivě směšný odpor vůči GMO z neznalosti. Např. spousta osob v anketě o genech odpověděla, že geny mají jen GMO, nikoliv standardní nemanipulované organismy, aniž si uvědomila, že řada "manipulovaných" organismů již dávno potraviny produkuje (tritikale, mléčné kultury, výroba insulínu bakteriální cestou apod.). A co krmiva, sója je dnes z 50 % pouze z GMO.

Tím se z problému zdravotní nezávadnosti stal z GMO problém hospodářský a politický. V Evropě je dnes situace taková, že USA je připravena podat na EU stížnost u WHO (Světová zdravotnická organizace) za to, že členské státy stále otálejí s odblokováním schvalování nových geneticky upravených plodin a produktů z nich. V současné době (březen 2003) trvá již 4leté moratorium na schvalování GMO produktů. Proto Evropská komise varuje členské země, aby v tomto směru konaly. Na druhé straně vynucený vstup těchto produktů na evropský trh může ještě zesílit averzi spotřebitelů na tyto "novel foods". Negativní postoj Evropy se může šířit dál a dospěl až k paradoxnímu odmítnutí americké potravinové pomoci v Zambii a Zimbabve, země postižené hladomorem.

Odkazy

Související články

- Genetické modifikace

- Geneticky modifikované organismy
- Genové manipulace a genové inženýrství

Zdroj

- PERLÍN, Ctibor. *Geneticky modifikované potraviny* [online]. [cit. 2012-03-11]. <<https://el.lf1.cuni.cz/p15141483/>>.