

Nová ekoagrotechnológia - transgénové rastliny

Súčasná úroveň molekulárnej biológie a genetiky, a najmä rýchle rozšírenie metód génového inžinierstva do poľnohospodárskeho výskumu umožnili prípravu transgénových rastlín, ktorých genóm obsahuje a exprimuje aj gény z iného nielen rastlinného organizmu. Úspešnými experimentmi sa podarilo získať aj také vlastnosti rastlín, ktoré sa nedali dosiahnuť klasickými šľachtiteľskými metódami. Väčšina týchto génovo-inžinierskych projektov sa orientuje na získanie odrôd odolných voči chorobám, a najmä škodcom a na zlepšenie nutričných hodnôt plodín. Sleduje sa tým závažný problém súčasného poľnohospodárstva - vylúčenie agrochemikálií, alebo aspoň zníženie ich spotreby.

Vedci, pracujúci v oblasti poľnohospodárskych biotechnológií, získali už mnohé transgénové rastliny, napr.: lucernu, repku olejku, kapustu pravú, kukuricu, uhorku, melón, papáju, zemiak, ryžu, sóju, jahodu, slnečnicu, tabak, rajčiak, ale aj jablňoň, orech kráľovský, bavlník (Kareiva, 1993), ktoré nadobudli odolnosť proti vírusovým infekciám, toleranciu voči herbicídom, či rezistenciu proti škodlivému hmyzu. O rozmachu tohto výskumu svedčia údaje z USA (US Dept. of Agriculture, APHIS BEEB Biotechnology Permits Unit), podľa ktorých sa v 35 štátoch USA vydalo 370 povolení na poľné experimenty s rôznymi transgénovými plodinami. Výskum i agronomické overovania pokračujú, aj keď nie je úplná zhoda názorov na ekologické dôsledky tvorby a využívania transgénových rastlín. Avšak aj súčasné odrody rastlín získané klasickým šľachtením sú často produktom doteraz neznámych génových manipulácií. Všetci rešpektujeme hlavný argument, že nemôžeme naďalej zaťažovať životné prostredie cudzorodými nedegradovateľnými zlúčeninami.

Ďalším závažným problémom je zlepšenie nutričných vlastností poľnohospodárskych plodín z hľadiska ľudskej výživy i krmovinnárstva. Hodnota potravy či krmiva závisí od obsahu vysokokvalitných bielkovín z hľadiska zastúpenia esenciálnych aminokyselín i stráviteľnosti uhľohydrátov.

V našom laboratóriu sme hľadali spôsob zlepšenia výživových parametrov niektorých plodín. Ako modelovú bielkovinu sme použili ovalbumín prepeliečieho vajčka. Metódami génového inžinierstva sme klonovali cDNA ovalbumínu (cDNAov) prepelice japonskej do rastlín ako ideálnej výživovej bielkoviny z hľadiska obsahu esenciálnych aminokyselín. Agrotransformáciou diskov tabakových listov sme získali transgénové rastliny, ktoré produkovali v ce-

lej rastline ovalbumín prepelice japonskej v R1 a R2 generáciách. Tým sa potvrdilo, že cDNAov sa integrovala do rastlinného chromozómu. Ide o prípravu prvej transgénovej rastliny s použitím cDNA izolovanej a sekvenovanej na Slovensku. Zo semien transgénových rastlín tabaku sa v ďalšej generácii získali rastliny, ktoré produkujú ovalbumín prepelice japonskej (Šimúth a kol., 1993). Podobným spôsobom možno transformovať a exprimovať cDNAov aj v iných plodinách.

Na tieto experimenty nadväzuje projekt v rámci slovensko-americkej vedecko-technickej spolupráce a ďalšie sa uskutočňujú s transformáciou šošovice, hrachu a lucerny vo Výskumnom ústave rastlinnej výroby v Piešťanoch.

Paralelne s našimi experimentmi pripravili transgénový tabak a lucernu produkujúcu kurací vaječný ovalbumín v známom výskumnom stredisku CSIRO v Austrálii (Schroeder a kol., 1991).

Zlepšenie nutričných hodnôt lucerny vnesením ovalbumínového génu má význam i v tom, že ovalbumín prepelice japonskej obsahuje zvýšené množstvo sírych aminokyselín (4 % metionínu a 1 % cysteínu), ktoré priaznivo pôsobia na rast ovčej vlny (Reis, Schneckl, 1963). Ďalšia prednosť ovalbumínu oproti ostatným krmným bielkovinám je v tom, že patrí k malému počtu bielkovín, ktoré obsahujú až 47 % esenciálnych aminokyselín a sú pomerne rezistentné voči proteolytickému rozkladu v predžalúdku prežúvavcov (Minson, 1990).

Zlepšenie nutričných parametrov krmovín možno dosiahnuť aj znížením obsahu nestráviteľného lignínu, najmä v lucerne. Prírodné a chemicky indukované mutanty biosyntézy lignínu sú známe napr. pri kukurici (Kuc, Nelson, 1964). Tieto mutanty majú nižší obsah lignínu o 25-50 %

ako pôvodný genotyp, a preto sú aj viac degradovateľné ako pôvodné kultivary.

Lucerna je dôležitým krmivom pre ovce a hovädzí dobytok. Jej listy obsahujú lignínu málo, ale steblá, ktoré predstavujú podstatnú časť biomasy, sú značne lignifikované (Christian a kol., 1970).

Na biosyntéze lignínu v rastlinách sa zúčastňujú mnohé enzýmy všeobecného fenylpropanoidového metabolizmu. Cieľom ďalšieho projektu bolo znížiť produkciu enzýmov tvoriacich lignín v stebľoch lucerny, čo sa potom prejavilo v nízkom obsahu lignínu v tejto krmovine. Získané kultivary lucerny so zníženým obsahom lignínu boli dostatočne pevné a životaschopné.

Dôležitým kritériom kvality zemiakov je obsah škrobu. Zvýšenie obsahu škrobu znamená zníženie obsahu vody, a tým aj možnosť skladovania zemiakov pri nižších teplotách. V tomto prípade sa vychádzalo z poznatku, že hlavnú funkciu pri biosyntéze škrobu v rastlinách a glykogénu v baktériách plní enzým ADP-glukózo-pyrofosforyláza. Keď sa tento enzým preniesol z baktérie do zemiakov, získali sa transgénové zemiaky, ktoré produkovali priemerne o 35 % škrobu viac ako pôvodná línia (Stark a kol., 1992).

Nové možnosti sa črtajú aj využitím transgénových rastlín na produkciu nových biomateriálov pre priemysel. Biodegradovateľná plastická látka poly-beta-D-hydroxybutyrová kyselina (PHB) sa normálne akumuluje vo forme malých vnútrobunokových granúl. PHB sa tvorí z acetoacetyl-CoA v dvojstupňovej enzýmovej reakcii. Keď sa dva bakteriálne gény, ktoré sa zúčastňujú na premene acetoacetyl-CoA na PHB, preniesli do rastliny *Arabidopsis*, PHB sa v tejto rastline akumulovala podobne ako v baktériách (Poirier a kol., 1992). Ak sa podarí dosiahnuť adekvátnu produkciu PHB alebo príbuzných polymérov polyalkanátového typu v poľnohospodársky významných plodinách, získa sa biodegradovateľná plastická hmota, na ktorej výrobu sa použije slnečná energia. Je to jeden z príkladov budúcej „zelenej revolúcie“ v poľnohospodárstve, ktorá sa prejaví ako nová ekoagrotechnológia zasahujúca aj do dôležitých oblastí priemyslu.

* * *

Hoci máme za sebou len prvé desaťročie experimentov s prípravou transgénových rastlín, nik nemôže poprieť, že prichádza nová vlna metód a názorov nielen do poľnohospodárskej praxe, ale aj do hodnotenia prínosov génového inžinierstva z ekologického hľadiska. Treba uvážené podporiť tie vedecké smery, ktoré hľadajú a nachádzajú ekonomické i ekologické východiská zo súčasnej nepriaznivej situácie.

Literatúra

Christian, K. R. D., Jones, D. B., Freer, M., 1970: Digestibility and chemical composition of fractions of lucerna durin' spring and summer. *J. Agr. Sc. Camb.*, 75, p. 213-222.

- Kareiva, P., 1993: Transgenic plants on trials. *Nature*, 363, p. 580-581.
- Kuc, J., Nelson, O. E., 1964: The abnormal lignins produced by the brown-midrib mutants of maize. I. The brown-midrib-1 mutant. *Arch. Biochem. Biophys.*, 105, p. 103-113.
- Minson, D. J., 1990: Protein. In „Forage in Ruminant Nutrition“ Academic Press Inc.: New York, p. 162-207.
- Poirier, Y. P., Dennis, D. E., Klomparens, K., Somerville, C. R., 1992: Production of polyhydroxybutyrate a biodegradable thermoplastic, in higher plants. *Science*, 256, p. 520-523.
- Porter, K. S., Axtell, V. L., Lechtenberg, V. H., Colenbrander, V. J., 1978: Phenotype, fibre composition and in vitro dry matter disappearance of chemically induced brown midrib (bmr) mutants of sorghum. *Crop. Sc.* 18, p. 205-208.
- Reis, R. J., Schinckl, P. G., 1963: Some effects of sulphurcontaining amino acids on the growth and composition of wool. *Australian Journal of Biological Sciences*, 16, p. 218-230.
- Schroeder, H., Khan, M. R. I., Knibb, W. I., Spencer, D., Higgins, J. V., 1991: Expression of a chicken ovalbumin gene in three Lucerne cultivars. *Aust. J. Plant Physiol.*, 18, p. 495-505.
- Stark, D. M., Timmerman, K. B., Barry, G. F., Preiss, J., Kishore, G. M., 1992: Regulation of the amount of starch in plant tissues by ADP, glucose pyrophosphorylase. *Science*, 258, 287.
- Šimúth, J., Gallo, J., Mašková, L., Križková, L., Klaudivy, J., Dickinson, C., 1993: Preparation of transgenic tobacco transformed with cDNA from Japanese quail mediated by *Agrobacterium tumefaciens*. *Biológia (Bratislava)*, 48, p. 241-246.
- Watson, J., 1990: Genetic engineering of low-lignin pasture plants. pp.215-226 in „Microbial and plant opportunities to improve lignocellulose utilization by ruminants“ edited by D. E. Akin, L. G. Ljungdahl, J. R. Wilson, P. J. Harris. Elsevier, New York.

