

Hrozí expanzia geneticky modifikovaných organizmov do prostredia?

Zo súčasných výsledkov výskumu introdukcií (zámerných i nechcených) cudzokrajných organizmov za hranice ich pôvodných areálov vyplýva, že niektoré z nich sa v novom prostredí naturalizujú, sú schopné produkovať potomstvo, zakladať nové populácie a rýchlo sa šíriť. Prenikajú aj do prirodzených spoločenstiev, z ktorých vytlačujú pôvodné domáce druhy. Inváznym správaním ohrozujú pôvodnú biodiverzitu.

Proces naturalizácie introdukovaných organizmov je spojený s lokálnou adaptáciou, ktorá môže trvať niekoľko desiatok rokov, pri drevinách prekračuje sto rokov. Fáza oneskorenia je ukončená expanziou invázných organizmov v území. Aká je príčina náhlejšej expanzie? Impulz, potrebný k expanzii, sa hľadá v "otvorených oknách", v zhode okolností. Niektorí hovoria o ekologickej rulete, či o zemetrasení (pokiaľ ide o možnosť predpovede, ale aj účinkov na ekosystémy).

Manažment invadujúcich druhov je komplikovaný a nákladný, ak sa premešká vhodný čas na účinnú eradikáciu organizmov. Invadujúce populácie zavlečených druhov možno regulovať len s vynaložením veľkých nákladov a úplná likvidácia je takmer nemožná. Praktické skúsenosti svedčia skôr o tom, že ak sa invadujúci druh rozšíri v území, nie je možné zničiť ho. Ak sa ho nepodarí zvládnuť, snažíme sa o zmiernenie, resp. minimalizáciu jeho negatívnych vplyvov na domácu biodiverzitu. Inváziam treba predchádzať primeraným manažmentom na globálnej, regionálnej i lokálnej úrovni.

Môžu byť GMO v budúcnosti takýmto ohrozením? Aké je riziko invázneho správania GMO? O týchto otázkach sa už diskutuje niekoľko rokov v súvislosti s dlhodobými ekologickými dôsledkami GMO na životné prostredie.

Môžu sa ekologické účinky GMO porovnávať s introdukciami nepôvodných organizmov? Je to vedecky akceptovateľné? Možno porovnávať introdukciami cudzokrajných, nepôvodných druhov organizmov do nového územia s introdukciami GMO do prostredia? Introdukcie cudzokrajných druhov predstavujú nekontrolované uvoľnenie kompletneho genómu do nového prostredia. V prípade GMO ide skôr o kontrolovaný transfer jediného alebo malého počtu génov. Preto poľné testy nebudú celkom analogické neriadenej introdukcii cudzokrajných rastlín do nového územia, ale skúsenosti z takýchto introdukcií môžu poskytnúť relevantné informácie.

Podľa niektorých autorov historické skúsenosti s introdukciami nepôvodných druhov môžu byť relevantné pre modifikované pôvodné, domáce alebo naturalizované organizmy, ako aj pre nepôvodné. Podľa NRC sú riziká spojené s introdukciami GMO rovnakého druhu, ako riziká spojené s introdukciami nedomifikovaných organizmov alebo organizmov modifikovaných inými metódami. Porovnávať sa dá aj nedá, sú tu isté limity, v závislosti od GMO a okolností i miesta uvoľnenia do prostredia.

Dôsledky možno a treba hodnotiť z rôznych hľadísk. Mnohodorobová skupina špecialistov, ktorá sa zaoberá ekologickými dôsledkami génových technológií, uvažuje o niekoľkých perspektívach. Ekologická perspektíva predpokladá dve možnosti – druhy s novými znakmi sa stretnú s rezistenciou ekosystémov a nepreniknú do spoločenstiev, alebo budú úspešné, a potom narušia ich štruktúru. Populačnogenetická perspektíva uvažuje s priestorovou progresiou kvalitatívne výhodných znakov. Epidemiologická perspektíva ukazuje šírenie chorôb, je výsledkom kombinácie ekológie a populačnej genetiky. Biogeografická perspektíva hodnotí biologické javy a procesy v geografickej škále. Matematická perspektíva ukazuje, že využitie matematických modelov na predikciu invázneho procesu a ekologických dôsledkov vyžaduje určitú opatnosť.

Riziko pre životné prostredie znamená "potenciál pre poškodenie ako výsledok realizovaného hazardu", zhodnotenie možných účinkov (hazardov) a pravdepodobnosti, že tieto "účinky" sa naozaj vyskytnú. V prípade GMO treba hodnotiť (a) účinok nového génu v organizme, (b) krátkodobý účinok organizmu s novým znakom na ekosystém, (c) dlhodobý účinok organizmu, ktorý ovplyvňuje určitý ekosystém a (d) účinky nového génu prenesenej DNA na iné organizmy.

Pokiaľ ide o mechanizmy hodnotenia, odporúča sa uplatniť princíp predbežnej opatrnosti. Pretože nemáme dostatok univerzálnych generalizácií, najvhodnejšia sa ukazuje aplikácia princípu *krok za krokom a prípad za prípadom*. Vyžaduje sa systematické hodnotenie rôznych druhov ekologických interakcií, ktoré by sa mohli vyskytovať medzi organizmami a korešpondujúcich ekologických účinkov s využitím existujúcich štúdií invázneho správania introdukovaných organizmov a nasledujúcich negatívnych ekologických dôsledkov. Takýchto príkla-

dov je veľa. Pre interakcie patogén-hostiteľ sa uvádza napr. napadnutie gaštanov hubou *Cryphonectria parasitica*, pôvodnou vo východnej Ázii a introdukovanou do severnej Ameriky na importovaných rastlinách gaštana r. 1904. Tento patogén sa rozšíril a celkom zničil významný druh klimaxových lesov – gaštan (*Castanea dentata*) na severovýchode USA. Iným príkladom môže byť myxomatóza králikov, vírus pochádza zo severnej a južnej Ameriky, r. 1950 bol introdukovaný do Austrálie a r. 1953 do Francúzska, rýchlo sa rozšíril do Veľkej Británie a Írska. Vírus, ktorý prenáša hmyz (komáre, muchy), usmrtil r. 1955 viac ako 99 % populácií králikov (*Oryctolagus cuniculus*).

Príkladom kompetície je napr. slnečnica hľuznatá (*Helianthus tuberosus*), pochádzajúca pravdepodobne zo strednej a severnej Ameriky, ktorá sa od druhej polovice 20. storočia šíri pozdĺž vodných tokov v celej Európe podzemkami a podzemkovými hľuzami.

Príkladom interakcie lovec-korist je napr. potkan (*Rattus rattus*) zavlečený na ostrovy Austrálie, ktorý ušiel pri havárii lode a vykráda hniezda, loví endemické kury (vajcia, mláďatá), požíra aj semená paliem a ohrozuje ich existenciu.

Podobné príklady negatívnych ekologických dôsledkov na ekosystémy a biodiverzitu sú známe pre parazitizmus, komenzalizmus, protokooperáciu, mutualizmus,

interakcie vo vzťahu ku geochemickým procesom, inhibíciu mikroorganizmov fixujúcich dusík vyššími rastlinami, biologicky vyvolané vyplavovanie ťažkých kovov, domestikáciu rastlín a živočíchov fragmetáciu populácií, únik vyšľachtených organizmov, ktoré sa môžu krížiť s divožiacimi prirodzene adaptovanými formami, napr. "domestikované" lososy *Salmo salar* (losos atlantický), *S. trutta* (pstruh morský), zmenili genetickú skladbu divých populácií. Negatívne dôsledky sú spojené so zmenšením veľkosti populácií, genetickým posunom, stratou koevolučnej bioty, hybridizáciou medzi geneticky vzdialenými génovými pulmi. Výsledkom hybridizácie môže byť vznik agresívnych hybridov, ktoré menia štruktúru spoločenstiev a rýchlo vytláčajú domáce druhy. Napr. pohánkovec japonský (*Fallopia japonica*) a pohánkovec sachalinský (*F. sachalinensis*), dva druhy rastlín introdukované do Európy z Ázie v druhej polovici 19. storočia, sa v Európe krížia a hybrid – pohánkovec český (*F. bohemica*) má väčší invázny potenciál ako obaja rodičia.

Poznatky inváznej ekológie upozorňujú na možné riziká expanzie GMO v prostredí a ekologické dôsledky, ktoré nemožno prehliadať, ani podceňovať. Nežiaduce vplyvy únikov GMO do životného prostredia sa môžu prejaviť dokonca aj so značným oneskorením, presahujúcim jedno až dve storočia.

Pavol Eliáš

Skúsenosti s uplatňovaním nemeckého zákona o GMO a predpoklady uplatnenia našej právnej normy

Na Slovensku pôsobí už od r. 1993 spoločnosť Fermas, spoločný podnik našej Biotiky, a. s., a nemeckého koncernu Degussa AG. Predmetom jej činnosti je fermentačná výroba aminokyselín pomocou mikroorganizmov. L-aminokyseliny sa používajú ako prísady do kŕmnych zmesí pre živočíchov na lepšiu vyváženosť rastlinného krmiva. Tieto prídavky nahrádzajú živočíšne prísady a keďže zvyšujú nutričnú hodnotu krmiva, znižuje sa tým skonsumovaný objem, a rovnako aj objem dusíka vylúčeného do životného prostredia. Celkovo sa tým zvyšuje ekonomická efektívnosť živočíšnej výroby. Fermentačný proces prebieha v uzavretých bioreaktoroch (fermentoroch) a biologická výroba L-aminokyselín a vitamínov má oproti klasickej chemickej syntéze viacerú výhod.

Materská firma Degussa AG uvoľnila nemalé investície na zabezpečenie prevádzky v súlade s koncepciou BAT (Best Available Technologies – najlepšie dostupné technológie) a uzavreté prevádzkové systémy už v r. 1993 – 1997 vybavila bariérami a filtrami odchádzajúcich plynov nad rámec požadovaný nemeckou i súčasnou slovenskou legislatívou.

Presunutím ťažiska výroby L-lyzínu do USA sa uvoľnili fermentačné kapacity pre nové fermentačné technológie a nové produkty. Od r. 1998 sa tu ako prvá svojho druhu na svete začala pokusná výroba vitamínov fermentačnou cestou. Pre takýto zložitý výrobný proces už nepostačovali bakteriálne produkčné kmene získané klasickými šľachtiteľskými metódami (mutagenezou