

Geneticky modifikované organizmy

Mgr. Filip Červenák, PhD.

Ukážka z pripravovaných učebných textov

Geneticky modifikované organizmy (GMO) sú organizmy, ktorých DNA bola zámerne pozmenená človekom, a to takým spôsobom, ktorý nie je v prírode možný (obvykle použitím metód génového inžinierstva). GMO sa uplatňujú najmä ako súčasť moderných biotechnológií a vedeckého výskumu.

Starobylé biotechnológie

V priebehu postupného vývoja ľudskej spoločnosti zohral zásadnú úlohu rozvoj rôznych typov technológií. Tieto mohli byť spočiatku úplne primitívne (napr. jednoduché lovecké nástroje), postupne sa však zdokonaľovali a zohrávali čoraz dôležitejšiu úlohu v kľúčových činnostiach, medzi ktoré patrilo zaobstarávanie potravy a udržiavanie bezpečnosti vo svojom okolí. Dokonca už v období neolitickej revolúcie sa medzi najdôležitejšie ľudské technológie zaradili tzv. biotechnológie – činnosti a techniky využívajúce živé organizmy na tvorbu rôznych typov produktov. Medzi najstaršie biotechnológie patrí domestikácia a pestovanie poľnohospodársky významných rastlín (približne 10 000 p.n.l. v oblasti tzv. Úrodného polmesiaca) a neskôr podobne významná domestikácia zvierat (približne 8000 p.n.l.). Tieto základné biotechnológie umožnili ľuďom využívať živé organizmy za účelom získania potravy. V ďalšej fáze objavovania biologických procesov, využitelných podobným spôsobom, bolo objavené kvasenie (fermentácia), vďaka čomu bolo následne možné vyrábať kvasené nápoje (pivo, víno), ale tiež začať piecť chlieb (približne 7000 p.n.l. v Číne). Postupne sa k týmto starobylým technológiám pridávali novšie, napr. šľachtenie hospodársky významných plodín a zvierat (5000 p.n.l.), či využívanie prírodných antibiotík (500 p.n.l. v Číne) a insekticídov (100 p.n.l. v Číne).

Moderné technológie v poľnohospodárstve, priemysle a medicíne

Keďže v priebehu času technologická vyspelosť ľudskej spoločnosti rýchlo napredovala, pomerne skoro bolo možné pôvodné biotechnológie vylepšiť, či nahradiť dostupnejšími a lacnejšími variantami. Postupne dochádzalo k čoraz intenzívnejšej mechanizácii a automatizácii v poľnohospodárstve (v roku 231 bol v Číne vynájdený fúrik) a rýchlo sa rozvíjal aj priemysel a medicína. Najmä významné pokroky v medicíne sú úzko späté

s biológiou a biotechnológiami. Medzi prelomové objavy na tomto poli patrí objav vakcíny a očkovania (v roku 1798 Edward Jenner ako prvý použil vakcínu proti kiahňam) spolu s neskorším objavom antibiotík (v roku 1928 Alexander Fleming objavil penicilín). Keďže ľudstvo v priebehu času neustále expandovalo a požiadavky na množstvo a kvalitu potravín, liekov a ďalších komodít neustále stúpali, rozvíjali sa aj biotechnológie. V druhej polovici 20. storočia došlo k prelomovým objavom na poli genetiky – bolo definitívne potvrdené, že DNA je nositeľkou genetickej informácie, bola popísaná jej funkcia a mechanizmus, akým je genetická informácia realizovaná, došlo k rozlúšteniu genetického kódu a v 70. rokoch sa začali rozvíjať techniky rekombinantných DNA a génového inžinierstva. Znalosti a vedecký pokrok v tejto oblasti v kombinácii s potrebami moderných technológií vo všetkých odvetviach ľudskej činnosti následne viedli k vzniku nových foriem biotechnológií. Jednou z najvýznamnejších a zároveň najkontroverznejších technológií tohto typu sú práve geneticky modifikované organizmy (GMO).

Cielená zmena genetickej informácie organizmu

Ako bolo uvedené na začiatku tohto textu, GMO sú organizmy, ktorých DNA bola upravená spôsobom, ktorý nie je v prírode možný, pričom obvykle sa k tomuto účelu využívajú metódy génového inžinierstva. Okrem týchto metód má však ľudstvo už tisíce rokov k dispozícii ďalší veľmi účinný prístup k modifikácii DNA rôznych druhov organizmov – šľachtenie. Šľachtením rozumieme cieľový výber jedincov (väčšinou rastlín alebo zvierat, v špecifických prípadoch aj mikroorganizmov) s vhodnými vlastnosťami (napr. veľkosť plodov u rastlín alebo objem svalov spracovávaných na mäso u dobytky), ktoré križime medzi sebou a v potomstve opäť vyberáme jedince s najvhodnejšími vlastnosťami a proces mnohokrát opakujeme. Je zrejmé, že týmto spôsobom ľudia cielene (keďže uskutočňujú výber) menia genetickú informáciu (keďže väčšina vlastností každého organizmu je určená génmi) daného organizmu aj bez potreby laboratórnych technológií. Takto bolo možné vyšľachtiť napr. rôzne plemená psov (predok všetkých psov bol podobný divému vlkovi), dobytky, či ďalších zvierat. Ak sa s dnešnými technickými znalosťami pozrieme napr. na známy belgický modrý dobytok, zistíme, že ohromné množstvo svalovej hmoty, ktoré tieto zvieratá produkujú, je zapríčinené mutáciou v géne kódujúcom proteín myostatín. Tento proteín brzdí budovanie svalovej hmoty a zabezpečuje, aby bola svalová sústava organizmu primeraná jeho celkovej konštitúcii. Keďže v prípade belgického modrého dobytky je tento gén mutovaný, myostatín nie je funkčný a dobytok produkuje extrémne množstvo svalov. V časoch, keď začínal proces šľachtenia tohto typu dobytky sa mutácia objavila náhodne, ale vďaka svojim vlastnostiam boli práve jedinci s touto mutáciou vyberaní a ďalej šľachtení. Z pôvodne divého tura sa tak v priebehu času stal už na prvý pohľad výrazne odlišný organizmus, ktorého odlišnosti sú spôsobené práve zmenami v genetickej informácii. Podobným procesom v minulosti prešlo aj mnoho iných organizmov, pričom typickým prípadom rastlinného druhu, vyšľachteného v priebehu tisícov rokov (šľachtenie začalo okolo roku 5000 p.n.l.), je kukurica. Pôvodný predok kukurice – Teosint – je rastlinou s podobnou štruktúrou plodu, ale už na prvý pohľad

sa výrazne odlišuje v množstve semien, tvare a veľkosti (Obr. 1). Všetky tieto vlastnosti (určené genetickou informáciou) boli v priebehu času modifikované ľuďmi až do stavu, ktorý poznáme dnes.



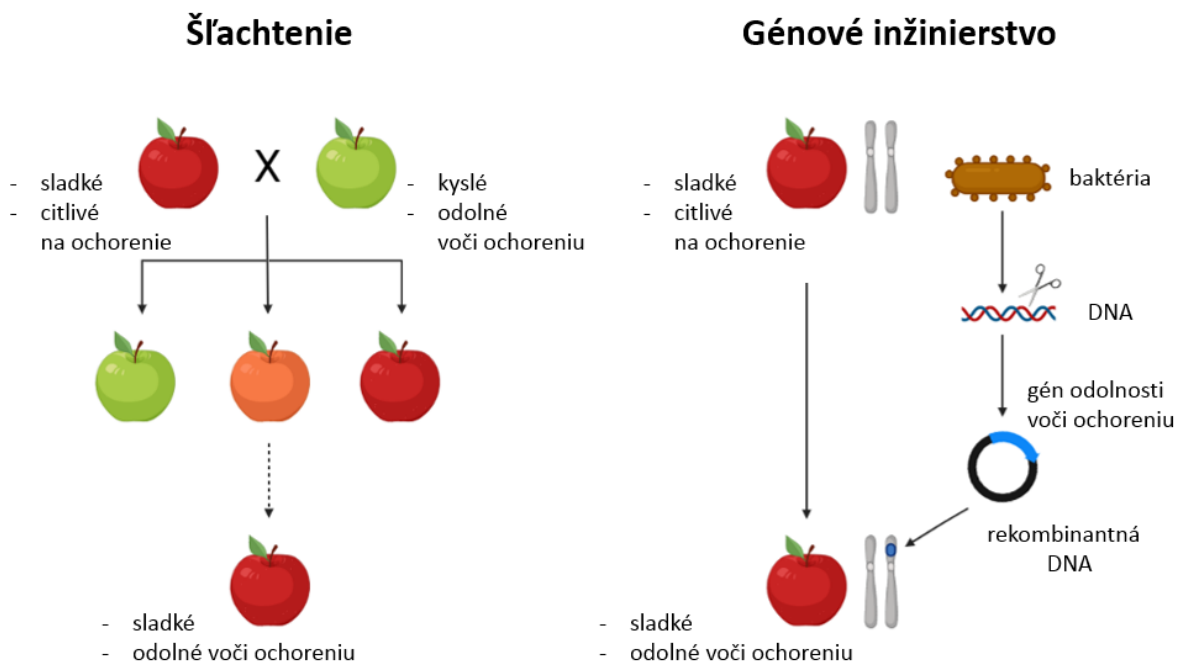
Obr. 1: Šľachtenie kukurice – hore pôvodný Teosint, v strede čiastočne vyšľachtená odroda, dole dnešná kukurica (zdroj: <https://www.crowcanyon.org/the-neolithic-transition>).

Z uvedeného je teda zrejmé, že človek už v dávnej minulosti ovplyvňoval genetickú výbavu hospodársky významných zvierat a rastlín. Prečo teda nepovažujeme tieto organizmy za GMO? Odpoveď nám poskytne druhá časť definície, ktorá hovorí, že za GMO je považovaný taký organizmus, u ktorého zmeny v genetickej informácii nemohli nastať prirodzenou cestou. V prípade šľachtenia, pochopiteľne, zmeny nenastávali prirodzenou cestou, keďže kríženia uskutočňovali šľachtitelia podľa svojho šľachtiteľského zámeru. Na druhú stranu si musíme položiť otázku: „Mohli sa dva organizmy, ktoré sme pri šľachtení vybrali do kríženia, aspoň teoreticky stretnúť voľne v prírode a mať potomkov, ktorých sme získali?“ Na túto otázku musíme v prípade šľachtených organizmov odpovedať: „Áno, teoreticky je to možné, aj keď často extrémne nepravdepodobné.“ Vďaka tomu nepovažujeme vyšľachtené druhy rastlín a zvierat za GMO, napriek tomu, že ich genetická informácia bola človekom zmenená.

Vývoj GMO

Ak spomedzi všetkých organizmov, ktorých genetická informácia bola zmenená činnosťou človeka, vyberieme iba tie, u ktorých táto zmena nemohla ani teoreticky nastať prirodzenou cestou, budeme hovoriť o skutočných GMO, organizmoch vytvorených metódami rekombinantných DNA a génového inžinierstva. Tento prístup nám v porovnaní s ťažko predvídateľným a pomalým procesom šľachtenia umožňuje urobiť presne naplánovaný zásah do genetickej výbavy organizmu s pomerne ľahko predvídateľným výsledkom. Reálne tvorba GMO prebieha tak, že najprv izolujeme DNA jedného organizmu a v tejto DNA identifikujeme

gén, ktorý je pre nás zaujímavý (hospodársky alebo vedecky). Tento gén molekulárno-biologickými metódami namnožíme, oddelíme od zvyšku DNA a spojíme s nosičovou DNA (napr. časťou vírusu alebo plazmidu), ktorá umožní jeho začlenenie do genetickej výbavy iného organizmu. V laboratóriu je následne možné takúto rekombinantnú DNA (je kombináciou nosičovej DNA a génu, ktorý chceme preniesť) vložiť do bunky iného organizmu, v ktorej sa táto informácia začlení do genetickej výbavy jedinca (Obr. 2).



Obr. 4: Úprava genetickej informácie šľachtením a génovým inžinierstvom.

Týmto spôsobom bola už v roku 1973 vytvorená prvá GMO baktéria, do ktorej bol vnesený gén odolnosti voči antibiotiku kanamycín, pochádzajúci z iného druhu baktérie. V nasledujúcich rokoch sa podobným spôsobom podarilo upraviť DNA myši (1974), či vložiť gén odolnosti voči antibiotiku do genetickej výbavy tabaku (1983). Akonáhle sa ukázalo, že meniť týmto spôsobom genetickú informáciu rôznych organizmov je v princípe možné, biotechnológovia začali prichádzať s nápadmi na modifikácie jednotlivých hospodársky významných organizmov. Čo bolo cieľom týchto modifikácií? To isté, čo bolo cieľom každej novej technológie tohto typu – získať potraviny, lieky a ďalšie komodity vo väčšom množstve, rýchlejšie a jednoduchšie ako kedykoľvek predtým.

Ktoré geneticky modifikované organizmy sa najčastejšie používajú v dnešnom poľnohospodárstve a farmaceutickom priemysle, aké sú ich výhody a aké riziká sa s nimi spájajú sa dozviete v prednáške „Geneticky modifikované organizmy - GMO“ a v našej pripravovanej publikácii.