

2 | Hogyan készülnek a GM-növények?

A géntechnológia egyik legfontosabb megkülönböztető vonása a hagyományos növénynemesítéssel szemben, hogy a létrehozandó transzgénikus növényt a nemesítő pontosan megtervezi, azaz előre elhatározza, hogy mi az a kívánt – többnyire egyetlen – tulajdonság, amellyel fel kívánja ruházni az adott növényt. Ez a tulajdonság általában (legalábbis a jelenleg piacon lévő első generációs növényeknél) nem olyan, mint a hagyományos növénynemesítés során elérendő célok (pl. magasabb terméshozam, rövidebb szár, magasabb sikértartalom stb.), mert ezek a mennyiségi jegyek az esetek túlnyomó többségében sok gén által meghatározottak (poligének), és ezért általában nem alkalmasak arra, hogy géntechnológiai úton vigyék be őket. A kíváncsú tulajdonságnak olyannak kell lennie, amely egyetlen gén bevitеле által kialakítható, azaz monogén (kivételes esetekben két-három gén is bevihető). Ez az egyetlen gén viszont az élővilág bármely fajából származhat vagy mesterséges úton előállított is lehet (ez a géntechnológia másik alapvető megkülönböztető jegye a hagyományos nemesítéssel szemben). A jelenleg köztermesztésben lévő GM-növények többségében a transzgén valamilyen baktériumból származik, más esetekben valamilyen más növényből, esetleg ugyanazon növényből származó génnek valamilyen mutáns, megváltoztatott származéka (ezt

az utóbbi esetet, amikor a beültetett gén ugyanabból a fajból származik, *ciszgénikus*nak nevezik).

A beültetendő gén kijelölése után következő lépés e gén tiszta előállítása és kémcsőben (laboratóriumban) történő elszaporítása. Ezt *molekuláris klónozás*nak nevezik. A génsebészet őskorában jelentős új eredménynek számított egy-egy gén klónozása, ma ez már rutinfeladat, amelyet bármely felkészült laboratórium vagy erre szakosodott biotechnológiai cég nagy biztonsággal el tud végezni. A klónozás – bárhonnan is származik a kijelölt gén – többnyire az *Escherichia coli* nevű emberi bélbaktériumban történik meg. Ennek semmi köze sincs a gén származásához vagy a növényhez, amelybe majd beültetik. Az ok egyszerűen az, hogy ez a baktérium a molekuláris biológusok sok évtizede használt kedvenc kísérleti objektuma, amelynek genetikáját, biokémiáját tövirőlhegyire ismerik, és a legtöbb klónozási technikát erre a baktériumra dolgozták ki.

Ugyancsak ebben a köztes gazdában, az *Escherichia coliban* végzik el többnyire a következő munkafázist: a beültetendő gén módosítását, a megkívánt működéshez való alkalmazását, optimalizálását. Ez sok mindent jelenthet: erős a növényben biztosan működő ún. *promóter* (a gén elején elhelyezkedő szabályozóelem, amely mintegy kapcsolóként beindítja a gén működését) vagy más szabályozóelem hozzákapcsolása, egyes nukleotidok kicserélése azért, hogy a növényben hatékonyabb legyen a gén átírása, olyan szabályozó beiktatása, amelynek révén csak bizonyos szervben vagy bizonyos fejlődési stádiumban működik a gén. Ez a fejlesztőmunkának olyan szakasza, amelyhez a legtöbb kreatív ötlet szükséges, és amelynek részlépéseit, technikai trükkjeit a gyártó cégek a leginkább igyekeznek eltitkolni vagy szabadalmakkal levédeni versenytársaik előtt.

Ezután következhet a kulcslépés: az elkészült génkonstrukció bejuttatása a növénybe. Mint az előző fejezetben láttuk, ez manapság a legtöbb esetben úgy történik, hogy a növény valamely szövetéből készült sejt kultúrájának a sejtjeibe génpuskával belövik a DNS-t. Tekintettel arra, hogy ez aránylag csekély hatékonyságú folyamat, a sejt kultúrából ezután ki kell választani azokat a sejteket, amelyekbe bekerült a DNS,

és ott be is épült a növényi sejt valamelyik kromoszómájába. E cél elérésére szoktak a beültetendő gén mellé egy úgynevezett jelzőgén is kapcsolni. Erre a jelzőgénre voltaképpen nincs szükség a kész transzgénikus növényben, viszont az esetek többségében feltétlenül szükséges ahhoz, hogy a sejt kultúrából kiválasszák azt a kevés sejtet, amelyben sikeres volt a beépülés. Ezek a jelzőgénnek többnyire valamilyen antibiotikummal szembeni rezisztenciát (ellenálló képességet) kódolnak. Ha ezután hozzáadják az antibiotikumot a sejt kultúrához, akkor az az összes olyan sejtet elpusztítja, amelybe nem épült be a belőtt DNS; csak azok a sejtek élnek tovább – hála a rezisztenciát okozó jelzőgénnek –, amelyekben sikeres volt a beépülés.

Az ily módon kiválasztott sejtekből (ezeket *sikeresen transzformált sejteknek* nevezik) azután teljes növényt nevelnek fel. Ezeket a növényeket alaposan megvizsgálják abból a szempontból, hogy DNS-ükbe valóban beépült-e a transzgén, hogy teljes egészében ott van-e, egyetlen példányban épült-e be, és működik-e? Ha mindezeknek a feltételeknek megfelelnek, akkor tovább szaporítják a növényeket egymással vagy nem transzgénikus fajtársakkal keresztezve, és több generáción át követik, hogy a transzgén a mendeli szabályoknak megfelelően, stabilan öröklődik-e a következő nemzedékekben. Természetesen azt is figyelemmel kísérik, hogy a növények – minden lehetséges szempontból – normálisan viselkednek-e, vagyis nem történt-e bennük a beültetett idegen génen kívül más genetikai változás.

Ezután következnek azok a vizsgálatok, amelyeket a különböző engedélyező hatóságok előírnak – a környezetvédelmi, élelmiszer-biztonsági ellenőrzések, amelyek befejezése után lehet kérelmezni az új növényfajta engedélyeztetését, forgalomba hozatalát.

Irodalom:

Dudits Dénes – Heszký László: *Növényi biotechnológia és géntechnológia*. Agroiinform, Budapest, 2000.