

BIOTECHNOLÓGIA



Rovatvezető: Dr. Heszkylászló akadémikus

Az 1. rész (A földi élet lényege) rövid összefoglalója

A földi élő abban különbözik az élettelenről, hogy programja van, amit genetikai programnak nevezünk. Minden élőlény (baktérium, növény, állat, ember) a genetikai programja alapján működik. A program egy hosszú fonalszerű molekulában, a DNS-ben van kódolva, melyben 4-féle nukleotid (4 bázis vagy 4 betű, A, T, G, C) milliószer, sőt milliárdszor ismétlődik. A kód egysége 3 betűből álló triplet, melyek lineáris sorrendje adja a genetikai programot. A DNS egyes tripletjei, a sejtek és egyedek életéhez nélkülözhetetlen fehérjéket alkotó aminosavakat, és azok sorrendjét kódolják. A növények és az állatok minden sejtje (sejtmagja) tartalmazza a teljes genetikai programot hordozó DNS-t. Abból a célból, hogy a genetikai program képes legyen a növények és állatok fejlődését, működését stb. szabályozni, egységekből, ún. génekből áll.

Tanuljunk géntechnológiául (2.)

Gének és funkciójuk

Dr. Heszkylászló

SzIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Genetika és Biotechnológiai Intézet, Gödöllő

Az 1. rész összefoglalóját követően folytassuk azzal, hogy a DNS-ben a tripletek sorrendje, a sejt működéséhez alapvetően szükséges fehérjék és enzimfehérjék szintézisének információját (aminosav sorrendjét) kódolja. A fehérjék nélkülözhetetlenek a sejtek és a szervezet életéhez, az enzimek pedig az életműködéshez szükséges más fontos molekulák (szénhidrátok, zsírsavak, vitaminok stb.) szintézisét teszik lehetővé.

A növények különböző szöveteit és szerveit alkotó sejtjeinek egy adott időpontban azonban nincs szükségük minden fehérjére és enzimre, tehát nincs szükség arra, hogy a sejtekben a teljes genetikai program folyamatosan működjön. Elegendő, ha csak azok a gének működnek, melyek termékeire a sejtnek szüksége van. Végeredményben, annak ellenére, hogy a növények sejtjei, az adott fajra jellemző teljes genetikai programot kódoló DNS-t tartalmazzák, egy adott pillanatban a program egy részének kell csak működnie. Ez viszont úgy lehetséges, ha *a genetikai program egy-*

mástól független szabályozás alatt álló egységekből áll. Ezeket az egységeket nevezzük géneknek.

A gén fogalma

A gén a DNS információt hordozó szakasza, mely egy vagy több fehérje kódját és annak működtetéséhez szükséges szabályozó elemeket (promóter, terminátor, célba juttató szakasz stb.) tartalmazza. A géneket működésük szempontjából tehát önálló programcsomagoknak tekinthetjük, amik a tárolt információ szempontjából szerkezeti és működési egységet alkotnak. A géntechnológiai eljárás során ilyen programcsomagokat izolálnak és visznek át egyik élőből (donor) a másikba (recipiens).

A gének száma

Mind az emberben, mind a kultúrnövényekben és a tenyésztett állatokban a gének száma - fajtól függően - 20-30 ezer között változik (1. ábra). A fajra jel-

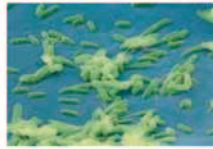


lemző több tízezer gént - a teljes genetikai programhoz hasonlóan - növények és állatok minden sejtje tartalmazza! A különböző fajok DNS-e vagy más szóval genomja egyes géneinek azonosítása és funkciójának tisztázása, a molekuláris genetikai és genomikai kutatások „forró” területeit jelentik napjainkban.

A néhány fontosabb növényfaj genomjának méretét az 1. táblázat tartalmazza. Látható, hogy a növényfajok genetikai programját hordozó DNS-hosszúsága lehet jóval kisebb (pl. rizs, paradicsom stb.), illetve jóval nagyobb (pl. hagyma, búza stb.) az emberénél. Ez azért lehetséges, mert e genom mérete nincs szoros kapcsolatban a faj fejlettségével.

A gén felépítése

A gének a DNS egy-egy szakaszát jelentik, ezért ahhoz hasonlóan az A, T, G, C betűk (nukleotidok, bázisok) különböző sorozataiból állnak. Az átlagos méretű géneket tartalmazó DNS-frag-

1. ábra

<p>A mikroorganizmusok, növények és állatok genetikai programját tartalmazó DNS (genom) hosszúsága (bázispárban, bp) és a gének száma (db)</p> <p>Baktérium genom: 1-10 millió bp 1,3,0 ezer gén → fehérjék + anyagcsere GÉNEK SZÁMA: 1,0-3,0 ezer</p>	=	
<p>Növényi genom: 0,1-20 Mrd bp 25-30 ezer gén fehérjék + anyagcsere GÉNEK SZÁMA: 25-30 ezer</p>	=	
<p>Állat és ember genom: 1-5 Mrd bp 20-25 ezer gén fehérjék + anyagcsere GÉNEK SZÁMA: 20-25 ezer</p>	=	

(triplet sorrend => aminosav sorrend) kódolt információról – egy molekula az RNS (ribonukleinsav) közvetítésével – a citoplazmában fehérje/enzimfehérje szintetizálódik. A tripletek sorrendje, mint kód, határozza meg a génről szintetizálódó fehérje aminosav-sorrendjét, azaz a fehérjék típusát és szerkezetét.

A 25-30 ezer génnek csak egy kis hányada működik egy-egy sejtben, egy adott időpontban. A működő génekben is eltérés van a sejtek között. Ez adja az egyes szervek és szövetek eltérő felépítését, működését és specialitásait. A gének szabályozása tehát eltérő az egyes szervekben és szövetekben, ami a gének speciális szabályozó régióira, a különböző promóterekre vezethető vissza.

A génműködés szabályozása elsődlegesen a promóter régiótól függ. A promótereknek sokféle típusa ismert, melyek közül a legfontosabbak a 3. ábrán láthatók. A konstitutív promóterek a gén folyamatos működését biztosítják a sejtekben, a növény egész élete során. Ezek általában az alapanyagcsere, illetve a különböző szervek és szövetek eltérő, specializált működését biztosító gének. Az induktív promóterek csak valamilyen külső vagy belső inger (kórokozó, kártevő, fény, fagy, szárazság stb.) által kiváltott jelre kapcsolnak be, lehetővé téve a növények válaszreakcióját. A promótereknek kitüntetett szerepük van a géntechnológiában, mert velük szabályozni lehet a GM-növényben az átvitt gén működését. Felhasználásukkal elérhető, hogy az új gén (transzgén) a GM-növényekben csak a célszövetben/szer-

1. táblázat
Különböző kultúrnövények és az ember genetikai programját tartalmazó DNS (genom) hosszúsága bázispárban (bp)

Faj	DNS-hosszúság (bp)
Lúdfű	100 millió
Rizs	450 millió
Sárgarépa	470 millió
Paradicsom	1 milliárd
Szója	1,1 milliárd
Cukorrépa	1,2 milliárd
Burgonya	1,6 milliárd
Repce	1,6 milliárd
Hagyma	1,7 milliárd
Kukorica	2,5 milliárd
Napraforgó	3 milliárd
Ember	3 milliárd
Árpa	4,8 milliárd
Borsó	4,9 milliárd
Rozs	9,5 milliárd
Zab	14,5 milliárd
Búza	16 milliárd

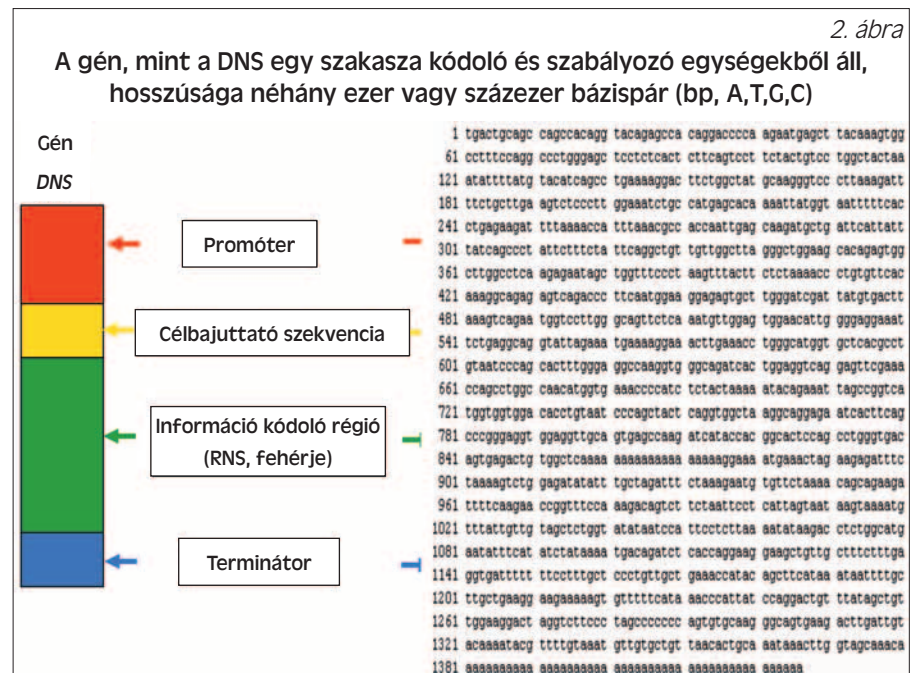
mentum hosszúsága bázispárban (AT és GC bázispárok /bp/ száma) kifejezve, néhány ezertől néhány százezerig terjedhet (2. ábra).

A gének mint önálló programcsomagok, leegyszerűsítve kódoló és szabályozó részből állnak. A kódoló rész előtti szabályozó egységet promóternek, az utánit terminátornak nevezzük (2. ábra). A promóter határozza meg, hogy a gén mikor kapcsoljon be, tehát a gén a növény élete során mikor, milyen sejtekben és meddig működjön. A gén műkö-

dése azt jelenti, hogy a kódoló részről nagy számban íródik át a sejt/sejtek működéséhez, anyagcseréjéhez szükséges fehérje. A terminátor a kódolt információ végét jelzi. A célba juttató fragmentum egy olyan specifikus fehérjét (peptidet) kódol, ami képes a kódoló részről szintetizálódó fehérjét – a sejtben belül – célba juttatni (pl. kloroplasztisza, vakuólumba stb.).

A gének működése és szabályozása

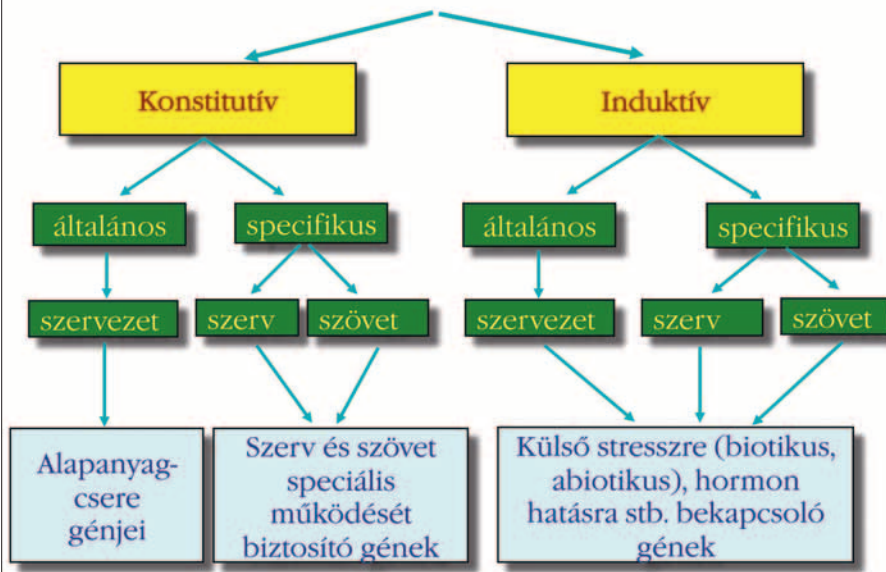
A gének működése, a géneket alkotó DNS-tripletekben kódolt információ realizálásának folyamatát jelenti. Ennek során a DNS tripletjeiben (1 triplet => 1 aminosav) és a tripletek sorrendjében



3. ábra

A gének működését (ki és bekapcsolását) szabályozó promóterek főbb típusai növényekben

A promóterek főbb típusai:



veken és a növény fejlődésének meghatározott szakaszában működjön.

A gének funkciója

Az elmúlt évtizedek hibás és rossz szemléletű biológia (középiskola), valamint genetika (főiskola, egyetem) oktatása miatt sokan úgy gondolják a gének a különböző tulajdonságokat kódolják. Ez azonban nem igaz. Egy gén jelenléte és működése, valamint a tulajdonságok (morfológiai, fenológiai, beltartalmi, mennyiségi vagy minőségi stb.) megjelenése között közvetlen kapcsolat csak elvétve fordul elő.

A gének nem tulajdonságokat, hanem különböző struktúr-, szabályozó- és enzimfehérjéket kódolnak. A gének működésének szabályozása (regulációja) szabja meg, hogy egy adott fehérje/enzim a sejt rendelkezésére áll-e vagy sem, és ha igen, milyen mennyiségben. Az enzimek a sejtekben lejátszódó folyamatok egyes lépéseit katalizálják, melyek eredménye – több áttételen keresztül – valóban a tulajdonság megjelenését eredményezi.

A gének tehát a sejtekben (szövetben, szervben, végül is az egyedben) lezajló anyagcsere-folyamatok szabályozásán keresztül közvetve határozzák meg az állatok vagy növények külső és belső tulajdonságait.

Ennek megértéséhez legjobb példa Mendel szögletes és gömbölyű magvú

borsó vonalai keresztezési kísérletének molekuláris magyarázata. Mindenki tanulta Mendel kísérleteit és törvényeit a középiskola biológia óráin, vagy az egyetemeken és főiskolák genetikai előadásain. Az ott tanultakból azt a téves következtést vonhatta le, hogy a borsóban jelen van a gömbölyűség géneje és a szögletes magformáért felelős gén.

A kétféle magforma megjelenésének oka a keményítő bioszintézis eltérései-

ben keresendő. A gömbölyű magot termő borsóban a keményítő bioszintézis hibátlan. A szögletes szem azért alakul ki, mert a keményítő bioszintézis egyik lépését katalizáló enzim géne hibás (hibás allél). A hibás gén miatt a sejtekben a keményítő bioszintézis egyik lépését katalizáló enzim nem termelődik, és a bioszintézis ennél a lépésnél leáll. Ennek következtében a sejtekben a bioszintézis alapanyagai, a cukrok felhalmozódnak és ennek kompenzálására a sejtek vizet vesznek fel, a fejlődő mag pedig megduzzad. Éréskor a felesleges víz eltávozik a magból, a kitágult maghéj pedig ráncos formában – szögleteség látszatát keltve – tapad a kiszáradt mag felszínéhez.

A géntechnológusoknak tehát az új gének felhasználását megelőzően, mindig célszerű funkcióanalízist végezniük. Ennek eredménye garanciát jelent arra, hogy az adott génnel a meghatározott gazdasági cél valóban elérhető. Természetesen előfordulhat olyan eset is, amikor az adott gazdasági cél géntechnológiai úton való elérése csak több gén egyidejű beépítésével lehetséges. Napjainkban egyre több ilyen „többgénese” GM-növény van köztermesztésben (pl. arany rizs, kék rózsa stb.).

Gének változatai (allélek)

A Mendeli kísérlet mellett, hogy szemléletesen bizonyítja, valójában milyen közvetett anyagcsere utakon



1. kép A fajon belüli változatosság, az evolúció során kialakult gének, és azok allélváltozatai nagyszámú kombinációjának az eredménye

keresztül befolyásolják a gének a különböző tulajdonságok megjelenését, rámutat arra is, hogy a géneknek nem csak egyféle változata lehet jelen a különböző fajok, vagy fajták genomjában. **A gének eltérő változatait nevezzük alléleknek.** Egy gén legegyszerűbb két allélformája a hibátlan/hibás változat. Ezen kívül – főleg mutációk és rekombinációk eredményeként – egy-egy génnek számos allélváltozata alakulhatott ki az adott faj különböző populációiban az evolúció során (1. kép).

A génekészlet tehát az adott faj génjeinek (25-30 ezer gén/faj), illetve a gének különböző változatainak (minimum: 2-10 allél/gén) összességét jelenti. A 25-30 ezer gén/növény és génenkénti 2-10 allél lehetséges kombinációinak száma egy populációban pedig szinte végtelen. A lehetséges kombinációk nagy száma adja a gyakran használt kifejezés, a **biodiverzitás** genetikai hátterét. A növényi génbankokban tárolt gyűjtemények tételei, a gének és allélváltozataik kombinációjának óriási tárházát adják

(1. kép) a jelen és a jövő nemesítői számára.

A különböző allélformáknak komoly gazdasági jelentősége van a növénytermesztésben. A világon ezért elkezdődött a különböző tulajdonságok legjobb allélváltozatainak, az ún. **szuper alléleknek** a keresése, izolálása és beépítése – hagyományos módszerekkel vagy géntechnológiával új, még ellenállóbb és bőtermőbb fajták előállítására céljából.

Tallózás...

Lendületben Kelet-Európa konzervipara

A konzervipari termékek piaca az ezredforduló óta folyamatosan bővül Oroszországban és Ukrajnában, s mára – élelmiszer-feldolgozás szempontjából – Európa egyik legjelentősebb területének számít – olvasható a *Foodnews, 2010. májusban* megjelent számában. A konzervipari szektor fejlődése többek között annak köszönhető, hogy a két ország ebben az ágazatban jelentős kapacitásbővítési lehetőségekkel rendelkezik, továbbá, hogy a hazai termelők a piaci részesedésük megőrzése céljából csatlakoztak a hazai kezdeményezésekhez.

Az új feldolgozó üzemek létrehozása helyett a helyi gyártók a már meglévő felújítására és a nyersanyagforrások bővítésére helyezik a hangsúlyt. A változások következtében működésüket várhatóan nem veti vissza többé a tömeg kategóriájú termékekből származó alacsony árbevétel, hiszen új piaci szegmenseket céloztak meg prémium minőségű kínálatukkal.

A jelenlegi piaci stratégia három pillére épül: konzervgyárak felvásárlására és korszerű berendezésekkel való felszerelésére, saját beszállítói bázis kiépítésére és a vezető márkák promóciójára.

A konzervipari szektorban érdekelt felek vertikális szerveződés útján hoztak létre olyan érdekszövetségeket, melyek segítségével sikeresen tudják ellenőrzés alatt tartani a termelés teljes folyamatát és kellő nyomást képesek gyakorolni a külföldi gyártókra is.

A konzervipari tevékenység Oroszországban és Ukrajnában hagyományosan három termékkör előállítására

fókuszál: halkonzervek gyártására, zöldség- és gyümölcsfeldolgozásra, valamint a tej- és húsalapú készítmények előállítására.

Zöldségek és gyümölcsök konzervipari feldolgozása

A zöldség és gyümölcs konzervipari feldolgozás Oroszországban a gazdasági válság kibontakozásáig folyamatosan, igen nagymértékben nőtt. Éves szinten, zöldségeknél 20-30 %-os, gyümölcsöknél 50 %-os emelkedést regisztráltak. Hasonló eredményeket ért el Ukrajna is. A fejlődés itt is 2008 második felében tört meg, amikor a lakosság fizetőképese kereslete számottevően csökkent. Ez leginkább a közepes és a magas árkategóriájú, prémium termékek értékesítését vetette vissza. A figyelem kezdett egyre inkább a házi tartósítás – lekvár- és befőtt-, valamint savanyúságkészítés – felé fordulni.

A piaci elemzések szerint az értékesítés volumenét erős szezonális hatások befolyásolják. Mindkét országban a feldolgozott zöldség és gyümölcs eladása az őszi és téli hónapok folyamán éri el a maximumát, míg a friss áru iránti kereslet természetesen a nyári időszakban a legmagasabb. Az orosz és ukrán piacra jellemző, hogy a beszállítók figyelme a feldolgozott uborka, paradicsom és bab tekintetében főként hazánk felé fordul, míg a kukoricát, borsót és bambuszt Franciaországból, ananászt, őszibarack- és más gyümölcskonzerveket nagy részben Kínából importálnak.

A zöldségfeldolgozással ellentétben a gyümölcssezmens viszonylag kis méretű Oroszországban és Ukrajnában, nem éri el a teljes konzervipari termelés 10 %-át. Oroszország a hiányzó mennyiséget főként Ázsiából szerzi be. Ukrajnában az import is igen szerény mértékű, mert a fogyasztók inkább a házi készítésű lekvárokat és befőtteket részesítik előnyben.

Piacbővítési stratégiák

A legtöbb orosz és ukrán gyártó véleménye szerint az alacsony árak és a jó minőség megtartása az egyetlen mód arra, hogy felvegyék a versenyt a külföldiekkel. Az árak 10-12 %-kal való csökkentése a logisztikai- és munkabéreköltségek lefaragásával érhető el. A minőség javítása érdekében a régi, hagyományos recepteken alapuló, az orosz ízlésvilágnak megfelelő termékek kidolgozására helyezik a hangsúlyt. Ezzel egyidejűleg igyekeznek a termékek körét bővíteni. A főbb, piacot meghatározó nyugat-európai cégek termékpalletáján 10-20 készítmény található. A klasszikus, tradicionális értékeket hordozó receptúrák segítségével a hazai készítésű kínálatot 100-150 féle termékre kívánják növelni, melyek között a tervek szerint helyet kapnak a hazai termesztésű zöldségkülönlegességek is, mint a sütőtök, a tarlórépa, a cékla, továbbá a vargánya gomba.

A legkeresettebbek valószínűleg az olyan extra összetételű termékek lesznek, melyeket eddig Oroszországon kívül sehol sem állítottak elő.