

6. 2 Génmanipulált növények

A 6.1-es fejezetben a növényi biotechnológia laboratóriumi részéről volt szó, vagyis arról, hogy milyen módszerekkel lehet a növényekbe géneket bevinni. A génmanipuláció az azt mutatja, hogy amikor meg vannak már a növények (természetesen ez egy tervezett beavatkozás), akkor ennek mi a célja, tehát milyen előnyökhöz juthatunk. Ezek leginkább gazdasági előnyök.

Tehát **a növényi génmanipuláció céljai:**

A mezőgazdasági hozamot mindenképpen növeli, ha ezek a növények:

1. **Ellenállóak**, azaz a környezet káros hatásainak jobban ellenállnak, mivel ekkor életképesebbek több eladható terméket adnak az által, hogy nagyobb hozamot produkálnak.

Minek is kell ellenállniuk ezeknek a növényeknek?

- betegségeknek
- növényvédő szereknek
- gyomirtóknak

2. **Fokozott tűrőképességük** a szárazságot és a hőmérsékletingadozást tekintve.

3. Tudják azt, amit a hüvelyesek tudnak, tehát gyökereiken szimbiózisban együtt élnek nitrogénfixáló mikroorganizmusokkal. Így a légköri nitrogént hasznosító mikrobáktól, mindenféle **nitrogén tartalmú vegyületeket felvesznek** és ettől a fehérje tartalmuk, nitrogén tartalmuk nagyobb lesz.

Ez az anyagcsere lehetőség alaptól a hüvelyesekre jellemző, de ha ezt az anyagcsere lehetőséget sikerül átvinni más növényekre is, akkor várható az, hogy a fehérje tartalma ezeknek a növényeknek is nagyobb lesz, tehát tápértéke, biológiai értéke, takarmányozási értéke, nagyobb lesz, mint alaptól volt.

(Ezzel nagyon sok biotechnológus foglalkozik, mert nagyon nagy áttörés lenne, de komoly sikereket még nem értek el ezen a területen.).

4. A **fokozott hozamjavítás** szintén mindig egy cél. Bizonyos terület egységre és időegységre vonatkoztatva minél több termést lehessen betakarítani.
5. Nem csak mennyiségi, hanem **minőségi javulást** is lehet elérni az élelmiszernövényeknél. Szó volt a (3. pontnál) fehérje tartalomról a

nitrogénfixálással lehet ezt javítani. A fehérje tartalom javulása szintén egy minőségi javulás.

De azt is el lehet érni, hogy jobb legyen az aminosav összetétele.

Mit is jelent ez? Vannak esszenciális aminosavak, melyeket a szervezetünk nem tud előállítani, tehát a tápanyagban fel kell vennie. Így láthatjuk, hogy a tápláléknak egy minősítő jele az, hogy mennyi esszenciális aminosavat tartalmaz. Tehát amelyik táplálék többet annak nagyobb a tápértéke, és így a gazdasági értéke is.

A minőségi összetételhez soroljuk az eltarthatóságot, az irányítható érést, a fagyállóságot. Tehát ezek inkább piaci jellegű tényezők.

Fontos, hogy a növény rezisztens legyen mindenféle kórokozókkal szemben:

1. Vírusrezisztencia:

Nemcsak a baktériumoknak és az emlősöknek, de a növényeknek is megvannak a maguk vírusai. A növényeknek is rengeteg specifikus, károsító vírusa van. A tudomány több mint 700 növénypatogén vírust ismer. De ez a 700-as szám leginkább a kultúrnövényekre (kukorica, burgonya stb.) értendő, mert leginkább ezzel foglalkoztak, hisz az ember ezeket fogyasztja. Azt nézik meg, hogy milyen módon lehetne a vírusrezisztenciát bevinni az egyes növényekbe. Itt is különféle trükkök és lehetőségek vannak.

Természetes vírusrezisztencia gének izolálása:

Megnézik azt, ha egy növény vírusa hasonló rokon növényre káros (azaz meg tudja őket fertőzni), illetve van-e olyan rokon növény, amelyik rezisztens is. Ilyenkor megnézik azt, hogy ez a növény ez mitől rezisztens. Lehet, hogy attól, hogy termel egy olyan fehérjét, amitől rezisztens. Az is lehet, hogy ha jön a vírus, akkor a növénynek van valamilyen védekező mechanizmusa. A növényeknek immunrendszere nincs, mint az emlősöknek, de védekező mechanizmusa az van a növényeknek is. Lehet, hogy ennek a védekező mechanizmusnak egyes génjeit át lehet vinni olyan növényekbe, melyekben ez alaptól nincs meg.

Tehát a lehetőségek:

- Gyenge vírusfertőzés után a növény rezisztens lesz
- Tehénborsó, olyan enzimet termel, amely a vírus RNS-t darabolja. Ez természetesen csak RNS vírusoknál jó, tehát DNS vírusoknál nem működik ez az enzim, de az RNS vírusoknál, pl.: mozaikvírusok, ha egy enzimet sikerül becsempészni a növénybe, hogy az érkező mozaik vírusok RNS-ét feldarabolja, akkor az előny lesz a

későbbiekben az adott növény számára is. (Visszaemlékezhetünk arra, hogy az eukariótákban intronkiválás történik. Tehát az intron kiválás és az RNS darabolás az összeeshet, azaz hasonló mechanizmusok működhetnek mind a két esetben. Az intron kivágásnak van egy olyan értelme, hogy az egy védekező mechanizmus, az idegen RNS-t, például a vírus RNS-t az enzimek feldarabolják, akkor annak a vírusnak annyi és soha többet nem tud fertőzni.

- Antivirális faktortermelés: vírus replikációt gátol.

Vírus köpenyfehérjét termelő növény

Védekezés lehet az is, ha előre legyártatjuk a vírusnak a köpeny fehérjét. Hogyan lehet ez védekezés, hiszen látszólag segítünk a vírusnak abban, hogy a saját anyagait megtermeli?

Olyan módon, hogy a vírusok összeépülésénél elmondtuk azt, hogy spontán módon történik. Amikor bejövő nukleinsavat már várja a köpenyfehérje, akkor a köpenyfehérjék a vírus köré kristályosodnak és becsomagolják a vírusnukleinsavat, ha be van csomagolva a vírusnukleinsav, akkor nem tud fertőzni, tehát nem véletlenül hagyja vírus a sejten kívül a köpenyét, és a nukleinsavat löki be a sejtbe, hogy az ezután odabent garázdálkodni tudjon.

Ha bejut a sejtbe és gyorsan körülveszik a köpenyfehérjék, akkor a fertőzés nem megy végbe. Ekkor egy pillanat alatt átjut abba a stádiumba, hogy vége a fertőzésnek és az az egy vírus, ami bejutott az be van csomagolva. Ez egy biokémiai trükk.

Leginkább a következő vírusokat érdemes megemlíteni: dohánymozaik-vírus, uborkavírus, lucernavírus.

2. Mikrobiais kórokozók elleni rezisztencia

Egy szinttel feljebb található a mikrobák. Vannak kórokozók, a növényeknek is vannak betegségei. Ezek lehetnek kórtevők és kártevők. A kettő nem ugyanaz. Baktériumok és gombák fertőzik a növényeket. A gombák elleni állandó harc az a rendszeres permetezés, a különböző kultúrákban nyaranként. Milyen biológiai, növény biológiai lehetőségek vannak?

Ismételten abból kell kiindulni, hogy a növényeknek van valamilyen sajátos, specifikus védekezésük, ami induktív módon jön elő. Az indukciónál az operonszabályozás volt az, hogy valamilyen molekulának a megjelenése az bekapcsolta a géneknek a kiírását. De ez egy lassú mechanizmus, tehát ha jön a kórokozó, akkor bekapcsol ez a dolog, és lassan el kezd termelődni a védekező fehérjék. Mi van, ha ezt

átállítjuk, és nem csak akkor kezdődik a termelése a védekező fehérjéknek, amikor megjelenik a kórokozó, hanem állandóan folyik. Tehát kikapcsoljuk a sorompót, kikapcsoljuk az operon szabályozást, és ha állandóan termeli ezeket a molekulákat, akkor abban a pillanatban, hogy megjelenik a kórokozó szembetalálja magát a védekező fehérjékkel.

Erről szól a következő két pont, hogy **az induktív módon megjelenő vegyületeket állandóan termeltessük és ez által védettek, lesznek a növények:**

- A fertőzés lítikus **enzimek** (kitináz, β , 1-3 glükánáz) képződést indukálja- de ezek induktív enzimek: lassan képződnek→ konstitutív géneként építik be.
- **Fitoalexinek**: patogén-specifikus, induktív vegyületek. Leginkább a gombák és a baktériumok ellen hatásosak.
- **Fitoncidok**: Ezek sajátos molekulájú vegyületek. Gyakran illó, a baktériumokra kis koncentrációban is mérgező vegyületek, melyeket magasabb rendű növények termelnek.

A fokhagymában is található ilyen. A fokhagyma csípős aroma összetétele fitoncidokat tartalmaz. A fitoncidok a mikrobákra pusztító hatással vannak. (A biotechnológusok szoktak olyannal kísérletezni, hogy nem antibiotikumot tesznek egy sűrű baktérium pázsitos Petri csészébe, hanem fokhagymából kis vékony korongokat tesznek a felületre és ennek is kioltási gyűrűje keletkezik, mint az antibiotikumoknak.) Ezekkel az a baj, hogy ezek nagyon bomlékonyak, mert elsősorban kénvegyületek. Ezek egyrészt illóak, tehát elpárolognak a levegőben, másrészt bomlékonyak, tehát 30 perc elteltével már nincs igazán hatásuk. De a növényeket megvédhetik a mikrobáktól, ha ezeknek a termelését megtanítják más növényeknek is.

Rovar kártevők elleni rezisztencia:

Itt több irányú megközelítés lehetséges:

Az egyik a **kémiai védekezéshez** kapcsolódik. Ennek lényege, hogy bepermetezik a kertészeti kultúrákat valamilyen rovarirtó szerrel, de a rovarok előbb-utóbb rezisztensé válnak ezek ellen, és a monokultúra kedvez az elterjedésnek. Ekkor újabb és újabb szereket kell kitalálni, egyre csúnyább, és csúnyább vegyszereket kellene használni. Tehát ez nem egy igazán tökéletes megoldás.

Tehát keresnek más megoldásokat is. Genetikailag megoldható az, hogy bizonyos növények vagy mikrobák által termelt vegyületeket használnak fel a védekezésre, azaz nem kémiai anyagokat, nem rovar idegmérgeket, anyagmérgeket, hanem sokkal környezetbarátibb, lágyabb védekezési módokat választanak.

Ilyenek például az emésztést gátló anyagok, **enzimhibitorok (proteáz-, amiláz-)**.

Ezek nagyon gyakran előfordulnak a természetben, pl.: borsóban, babban. Az STI szintén egy hüvelyes. Az S az a szójababot jelenti, a TI, pedig a tripszininhibitort. A tripszin az egy emésztőenzim, ami bizonyos ponton hasítja a fehérjét. A szójababban van egy természetes, fehérje típusú szója tripszininhibitor, emiatt van az, hogy a szóját emberi táplálkozásra nem lehet felhasználni. „*A leszedjük, megdaráljuk, megesszük*” sorrend az nem működik, mert az emésztést gátolja. Fontos, hogy az inhibitorot valahogyan el kell bontani, szerencsére elég bomlékony, tehát főzésnél, nedves tárolásnál is elbomlik. Az inhibitoroknak van egy fehérje szerkezetük, ennek van egy megfelelő génje, ha ezt a gént sikerül a növénybe becsempészni és kifejezteni, akkor ez a növény védekezni tud a rovarok ellen úgy, hogy a rovar ezt megrágja, megeszi, bekerül az emésztő rendszerébe, és nem tudja megemészteni. Így a rovar vagy elpusztul, vagy rosszul lesz és keres magának valami más tápanyagot.

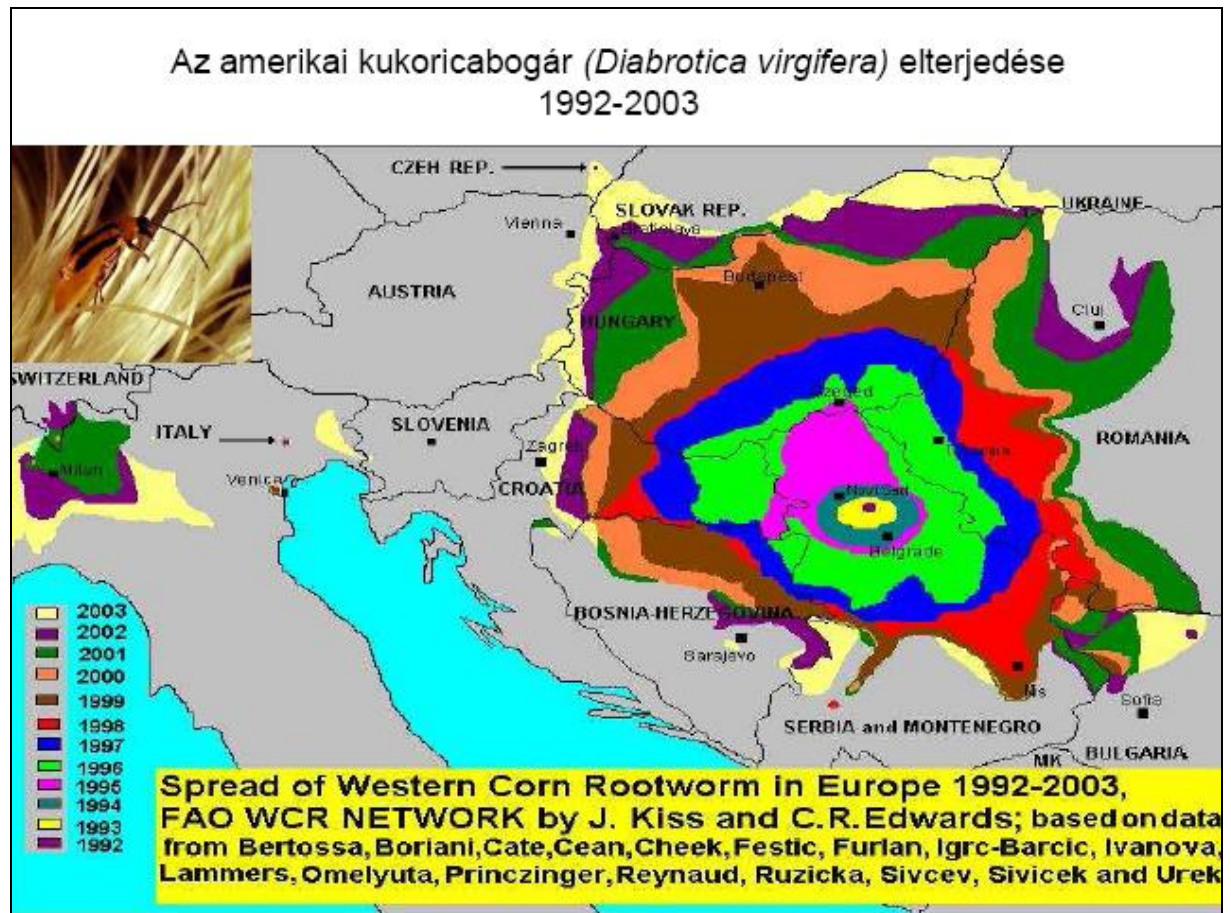
Hasonló ehhez a harmadik a **Bacillus thuringiensis toxin**: (Erről lesz egy külön előadás) Ez a mikroba termel egy olyan fehérjét, amely bizonyos rovarfajoknak a bélcsatornájában komoly károsodásokat idéz elő. Mondhatjuk úgy is, hogy kilyukasztja a rovaroknak a bélcsatornáját. Ez egy nagyon szelektív dolog, mert a Bacillus thuringiensisből van kb. 40 faj, és ki lehet közülük válogatni egy-egy fajt, ami egy-egy rovar faj ellen hatékony.

Ki lehet közülük olyant is választani, ami a gyötrő szúnyog ellen jó. Amikor azt halljuk a hírekben, hogy az üdülőhelyeken, Balaton parton, Velencei-tó mellett biológiai módszerekkel permeteznek, a szúnyogok ellen akkor ilyen Bt toxint permeteznek ki, ami parányi mennyiségben bekerül a vízbe és a lárva a vízzel együtt felveszi ezt a toxint, majd bekerül a bélcsatornájába, kilyukasztja a a bélcsatornáját és a szúnyog életképtelenné válik.

3. Rovarkártevőkkel kapcsolatos konkrét példa:

Az amerikai kukorica bogár (*Diabrotica virgifera*) Európában ismeretlen faj volt, mindaddig, amíg 1992-ben a Balkáni háború után meg nem indultak az amerikai segélyszállítmányok. Ezek a segélyszállítmányok az akkori Szerbiának nem csak élelmiszert jelentettek, mint utóbb kiderült. A szállítmányokkal az amerikai kukorica bogár is megjelent Európában. Jól látható a gyűrűs szerkezetű ábrán, hogy a behozott rovarkártevő hogyan terjed Európában évről-évre. Látható, hogy 1992-ben jelent meg NoviSad közelében, ezután 93-ban elérte Belgrádot. Látható, hogy a vírus fokozatosan terjedt. Túllépte Szerbia határait is. 1995-ben megjelent Magyarországon is. A vírus hol

kisebb, hol nagyobb években haladt előre. A 98-as év (pirossal jelzett) rossz év volt számára, mert igen keskeny ez a gyűrű. (Lehetséges, hogy ennek az adott év időjárási körülményei volt az oka.



1.ábra: Az amerikai kukoricabogár megjelenése Európában

Az ábrán az utolsó feltüntetett év 2003 ekkor a faj még Bécsset nem érte el. Napjainkra már ez is valószínűsíthető. Érdekes, hogy a bogár 2001-ben Olaszországban is megjelent az alap kiindulási ponttól függetlenül. A térképen Milánót láthatjuk feltüntetve, de a kulcs nem ez, hanem Aviano-nál található Egy NATO légbázis, ahol a repülőgépek megfordulnak. Valószínűleg nem szándékosan, de sikerült nekik a kukorica bogarat is behozni. (Az amerikai biotechnológusok azon dolgoztak, hogy olyan génmanipulált kukorica fajt kidolgozzanak, ami védett az amerikai kukoricabogár ellen, a kártevő megjelenése után az amerikaiak felkínálták ezeket a fajokat eladásra.)

Magyarországon a kukoricával szemben nem ez a legsúlyosabb dolog. A kukoricával szemben van egy súlyosabb kártevő is a kukoricamoly, ami Amerikában ismeretlen. Vetésforgó alkalmazásával a kukoricabogár nem tud megélni. A monokultúrában az amerikai kukorica övezetben vannak olyan földdarabok, ahol 80 éve csak kukoricát termelnek mindenévben. Magyarországon a monokultúrák viszonyok nem ilyen szigorúak. Tehát ha az

adott területre egyik évben kukoricát ültetnek, a másik évben valami mást, akkor a kukoricabogár az nem tud terjedni és komoly károkat okozni.

4. Herbicid (gyomirtó) rezisztencia

Az embernek mindig az a vágya, hogy minél kevesebbet kelljen fizikailag dolgoznia. Jelen esetben, hogy ne kelljen kapálnia. Így a gyomok kiirtását szeretné valamilyen más módon megoldani, tehát kitalálták a kémiai gyomirtókat. Ezek nagyod durva, agresszív szerek. A növény levelét valóságosan leperzselik.

Nagyon sok féle szer létezik. Az engedélyezett szerek száma az egyre kevesebb, de kb. 100 féle szer létezik. Mindegyik ilyen szernek a kulcs lényege azaz, hogy a kultúrnövényeket, azokat nem szabad bántania, a gyomokat viszont ki kell irtania. (A kapa esetében ez egyszerű, az ember céloz és eltalálja a gyomnövényt.)

A gyomirtóknak nincs szemük, így valamilyen módon szelektívvé kellett ezeket tenni. A legegyszerűbb és legrimitívebb szelekció az azon alapul, hogy a kultúrnövények esetében, pl. gabona levele függőlegesen áll, a gyomok azok sokszor kétszikűek és levelük általában nagyjából vízszintesen áll. Tehát olyan tapadási szereket kell alkalmazni, ami a függőleges levélről leperreg, a másikon, pedig megtapad. Miután megtapadt, megperzseli a két szikű gyomoknak a levelét és ettől ezek a gyomok, tönkremennek.

De vannak ennél sokkal bonyolultabban működők, szabályozásba belenyúló enzimek nagy hormonhatást okozó szerek, óriásnövést okozó szerek. Tehát látható, hogy nagyon sok féle mechanizmus van.

A lényeg, hogy a szelektivitást valamilyen módon létre kell hozni, illetve minél tökéletesebbé kell tenni. Mi lehetne annál tökéletesebb, hogy használnak egy általános gyomirtó szert és a kultúrnövényt erre az erős gyomirtóra rezisztensé, teszik. Erre akkor van esély, ha ez a rezisztencia kevés biokémiai lépéssel egy enzimen vagy egy fehérjén múlik. Ebben az esetben lehet ezt az egy fehérjét azonosítani, a gént bele lehet csempészni a növénybe és akkor az majd termelni fogja a megfelelő fehérjét és akkor a növény védett lesz az adott gyomirtóval szemben.

Miket lehet bevinni e- célból a növénybe?

Bevihetünk egy **enzimfehérjét**, amely képes az adott molekulát hatástalanítani, **lebontani**. Kémiai reakcióban ez az enzimfehérje hatástalanítja az adott gyomirtószert. Tehát, ha a kultúrnövény rendelkezik ezzel az enzimfehérjével, akkor megvédi magát a gyomirtószertől, de a gyomnövények, melyek nem képesek magukat megvédeni, azok elpusztulnak a kultúrnövény körül.

Másik lehetőség, ha ez a gyomirtószer azon alapul, ha egy specifikus **biokémiai reakciót akadályoz, gátol**, tehát egy enzimnek a felületére odaköt, és nem tud végbe menni a reakció. Ez esetben olyan módon lehet ellensúlyozni, hogy ezt a bizonyos biokémiai reakciót felfokozzuk, tehát sokkal több ilyen enzimmolekula keletkezik, nem fog hiányt szenvedni a növény és nem fog elpusztulni. Mind a két esetben lehetőleg egy gént, egy fehérjét kell bevinni (ez még megoldható). 5-10 gén bevitele prokariótákba is nehézkes, nemhogy egy növénybe.

5. Szárazság- és sótűrő növények

Itt átütő sikert még nem értek el, mert túl bonyolult a rendszer, túl soktényezős a rendszer.

Tehát bonyolult, specifikus mechanizmusok ezek:

- ozmoprotektív fehérjék génjei: Az ozmózis akkor lép fel, ha a tömény és a híg oldatok érintkeznek egymással. A szárazságtűrésnél arról van szó, hogy nagyon tömény lesz a vízvesztés miatt a sejt beltartalma és ha szárazság, van, akkor nincs víz, amivel ezt fel lehetne hígítani, amit fel vehetne a növény. Itt az a lehetőség, hogy a növénybe olyan fehérjéket adnak be, ami a megnövekedett koncentráció esetén is működik és megvédi a növényt.

6. Hideg-és fagytűrő növények

Itt vannak eredmények, ugyanis nagyon hidegben élnek élőlények, nem feltétlenül növények, hanem hideg vízben élő halakra ill. sarkvidéki rovarok testnedveiben található fehérjéket vizsgálták és egyes részeiknek ez a funkciója, hogy a fagyáspontot csökkentik, tehát alacsony hőmérsékleten sem fagy meg a sejt és nem fognak jég kristályok keletkezni benne. Tehát ez a bizonyos élőlény túléli a fagyot.

Ilyeneket csináltak, hogy különböző rovarokból átvittek fagyásgátló anyagokat (Anti-Freeze Proteinek = AFP) különböző növényekbe, paradicsomba, kukoricába. A kukoricánál azt tapasztalták, hogy a génátvitel az egyébfunkciókat is megzavarta.

Tehát **fagyásgátló fehérjét** lehet bevinni ill., meglehetősen változtatni a biológiai membránnak a **lipid** összetételét. A sejt membrán, belső membrán, mind lipid típusú molekulákból állnak. Ezekben zsírsavak találhatóak a konyhai gyakorlatból is lehet tudni, hogy a zsírok szobahőmérsékleten szilárdak, az olajok folyékonyak, mivel az olajokban a zsírsavak nagyobb része telítetlen, tehát kettőskötést tartalmaznak. Ha a kettőskötéseknek nagyobb a száma egy zsírsav keverékben, akkor alacsonyabb

hőmérsékleten dermed meg. Ha sikerül elérni egy növénynél, hogy a sejtmembrájaiban több legyen a telített zsírsav, akkor az alacsonyabb hőfokon dermed meg, ha alacsonyabb hőfokon dermed meg, akkor alacsonyabb hőmérsékletet bír ki a bizonyos növényi sejt, amiben sikerült elérni.

A deszaturázok, azok azok az enzimek, amelyek a kettőskötéseket eltűntetik. A szaturálni az azt jelenti, hogy telíteni deszaturáz, ami a telítetlenséget eléri. Tehát olyan enzimes változást ér el, hogy több legyen a telítetlen zsírsav, olajosabb legyen a membrán, és alacsonyabb hőfokon dermedjen meg.

A dohányban sikerült hidegtűrést elérni ily módon.

Élelmiszernövények minőségjavítása

- Kedvezőbb élvezeti érték
- Hosszabb tárolhatóság
- Kedvezőbb tápérték, egészségi haszon
- Kedvezőbb fehérje összetétel
- Megnövelt szénhidráttartalom
- Megnövelt terméshozamok
- Érés, eltarthatóság szabályozása

Az élvezeti értéken nem mindig az ízt értjük. A fogyasztó a szemével vásárol.

Ha egy paradicsom pirosabb a másikinál, akkor azt fogja megvásárolni.

A hosszabb tárolhatóság egy fontos gazdasági dolog, hogy mennyi ideig lehet egy terméket eltartani. Korábban szó volt arról, hogy a banánt, amíg Dél-Amerikából Európába szállítják, addig érésszabályozóval kezelik. Az érésszabályozás és a tárolhatóság összefüggő, ha tovább sikerül tárolni minőség romlás nélkül egy élelmiszert, akkor az egy gazdasági érték.

A megnövelt szénhidrát tartalmat csak az elmaradott országokban sorolhatjuk a pozitív hatások közé, hiszen a fejlett országokban a népesség nagy része szénhidráttal túlterhelt és elhízott.

Kedvezőbb tápérték, egészségi haszon

Fehérje tartalom növelése:

Szó volt róla, hogy nem csak a mennyiségi, hanem a minőségi növelés is fontos. Bizonyos esetekben nem csak mennyiségi éhezés létezik, hanem minőségi is.

Lehetséges, hogy valaki kalóriában eleget fogyaszt, de a szervezete nem kap elegendő fehérjét.

Esszenciális AS tartalom növelése:

Lehetséges az is, hogy valaki kap elegendő fehérjét, de nem kap elegendő esszenciális aminosavat. Ezeknek a problémáknak a felmérésénél jelentős dolog, hogy az aminosav tartalmat is figyelni kell. Az emberi szervezetnek van egy aminosav profilja, olyan, hogy melyiknap, melyikből, mennyit igényel.

Allergén fehérjék eliminálása:

A mai kor az allergiák kora. A népesség egyre nagyobb és nagyobb hányada allergiás valamire. Ebben az esetben nem a parlagfűre kell gondolni, hanem a táplálékban lévő allergénfehérjékre. Ha tudjuk, hogy valamelyik fehérje allergén, akkor annak az eltüntetése valamilyen génmanipulációval történik, és ez javíthat az illető termék keresletén is. De a hatás inkább ellenkező szokott lenni, tehát egy új fehérje megjelenése mindig új allergiák, kialakulásához vezet. Tehát ha bevisznek egy új gént és lesz belőle fehérje, az ki tudja mikor és hol allergiás tünetek, megjelenését idézi elő.

Lehetséges az, hogy ez nagy késleltetéssel jelenik meg. Statisztikai vizsgálatokkal kimutatták, hogy a földimogyorónak volt egy nagy kultusza 20-30 évvel ezelőtt Angliában. Nagyon sokan földimogyorót ettek nagy mennyiségben. Akinek az édesanyja sok ilyent fogyasztott korábban, az tinédzser korában sokkal hajlamosabb volt a földimogyoró allergiára. Tehát vannak ilyen jelenségek, amik később akár egy generációval később jönnek elő. Napjainkban a földimogyoró tartalmat azt nagyon pontosan fel kell tüntetni az ételcímkeken.

Géntechnológia segítségével a növények természetes ásványianyag-és antioxidánstartalma (karotinoid, flavonoid, A, C, és E vitamin) tartalma is növelhető.

Deklarált célok:

- Környezetszennyezés csökkentése
- Élelmiszerellátás javítása
- Szegénység és éhezés elleni küzdelem
- Betegségek, vitaminhiány-megelőzése
- Tudományos haladás szolgálata

Akik növényi génmanipulációval foglalkoznak, és génmanipulált vetőmagot állítanak elő, általában a fenti felsorolással indokolják, hogy miért jó génmanipulált növényeket használni.

Azt mondják, hogy ezzel javul az élelmiszer ellátás, ennek következtében a szegénység és az éhezés is csökkenni fog. Ha az élelmiszer jó minőségű, akkor egészségesebb lesz a társadalom és kevesebb lesz a betegség.

A következő rész véleményeket és nem tényeket takar (így ez nem is zh anyag, de érdekes lehet mindenki számára, hiszen ebből láthatjuk, hogy milyen kételyek vannak a génmanipulációval kapcsolatban. Nagyon sok vita és nézetkülönbség van ezen a területen, mert Amerikában a növényi génmanipuláció tekintetében nagyon sok mindent szabad. Európában viszont nagyon keményen ellenállnak a génmanipulált mikroorganizmusoknak.):

1. Probléma kör: Fenntarthatóság

A GMO növényeknél az a helyzet áll fenn, hogy nagy **üzemileg termelnek nagyon speciális génmanipulált vetőmagot**, ami a génmanipulált növények termesztéséhez kell. Ez egyetlen irányba visz a monokulturális intenzív gazdálkodás irányába. Gazdaságilag az igaz, hogy minél nagyobb léptékben állítanak elő valamit, az annál gazdaságosabb, de egy természeti folyamatnak a kihasználásánál ez nem működik. A genetikai változatosságra ez kifejezetten hátrányos. A genetikai egyhangúságot és a biodiverzitás kapcsolatát rongálják ezek a GMO növények.

Amikor egyetlenegy helyen egy növénynek nagyon sok példánya él, akkor **genetikai sivatagról** beszélünk, mert ebben az esetben csak egy féle génállomány van és ott nincs ökoszisztéma és tápláléklánc. Az evolúcióból is tudjuk, hogy a genetikai homogenitás káros egy fajnak a fennmaradását, annak változatossága segíti elő. A homogenitást az állattenyésztésben beltenyésztésnek mondják. Ez előbb utóbb a faj leromlásához vezet a védettség elvesztése következik be.

A fenntarthatósághoz tartozik az is, hogy mindenféle rezisztenciák alakulhatnak ki. Tehát azok a védettségek, melyeket a kultúrnövényekbe belevittünk, azok bizony átléphetnek más fajokba is. Pl.: ha a **gyomirtó rezisztenciát megtanulja a gyom** is akkor az már régen rossz.

A GMO növények előállításához ipari mértékben **nagyon sok pénz kell**. Az olyan üzletágakban, ahol nagyon nagy alaptőke kell a kezdetekben, ott természetes, hogy oligopóliumok alakulnak ki. A tőkekonzentráció az mindig extraprofitál jár.

Tájvédelem, a hagyományos termesztési mód és életmód megőrzése



2.ábra: A genetikai sivatag ellentétje

2. Probléma kör: Ökológiai jellegű problémák

Ökológia= Az élőhelyek komplex tudománya, azt tárgyalja, hogy hogyan hatnak egymásra a különböző fajok.

A természetes ökoszisztéma hosszú evolúciós folyamattal alakul ki.

Az agrárökoszisztéma a kezdetektől fogva természetes alapokon működött (vetésforgó alkalmazása), **ezeket felszámolja a teljesen monokultúrán alapuló GMO gazdálkodás.**

Ha egy kultúrnövényt megtanítanak arra, hogy védekezzen egy gyomirtó ellen, akkor azt a gyomirtót nagy mennyiségben fogják használni. Így a környezet vegyszerterhelése fokozódni fog. A gyomirtó sokáig a környezetben marad, és később megjelenik a talajvízben, elkezd vándorolni. Ez a dolog olyan módon üt vissza, ha egyszer lehet vegyszert használni, akkor fognak is és túl sokat.

A bevitt DNS és az örökítőanyag vándorlása:

A korábban elmesélt technikák mind laboratóriumi körülmények között zajlott steril levegőben, zárt üvegeszközökben. Tehát innen a génmanipulált termékek nem kerültek ki. A génmanipulált növények mezőgazdasági termesztésen szabad földön növekszenek így a szökés veszélye nagy. Azaz, ha bevisznek valamilyen tulajdonságot, akkor azzal számolni kell, hogy az áttevődik máshova is. Pl.: Egy mellékhatás, hogy a vektorokban rendszeresen

használnak antibiotikum rezisztencia gént, mint marker gént. A szelekciónál használják ezt. Ez a marker gén el kezd terjedni, és könnyen lehet, hogy egyes természetben élő mikróbák megtanulják az antibiotikum rezisztenciát. (Hiába megyünk el a körzeti orvoshoz, hogy írja fel az adott antibiotikumot, hiszen a mikroba már lehet, hogy felkészült rá és nem hat rá.

Napjainkban már a talaj is tele van baktériumokkal. A talaj állandó kapcsolatban van a növényekkel és meg van az esélye, hogy ezek a baktériumok átmennek. A baktérium inntől kezdve mehet a növényről mikroorganizmusra, rovarra, másik növényre.

Ugyanis lehetséges, hogy a növények kereszteződnek a rokon fajokkal A kereszteződés során a gének átkerülhetnek vadonélő más fajok génállományába is.

Tehát ha egy monokultúrát szándékosan idéznek elő, akkor a tápláléklánca szándékosan belenyúltak, akkor az ökoszisztéma felborul, mivel a tápláléklánc az azért lánc, mert ha egy szemét kivesszük, akkor az elszakad.



3. ábra: A természetes ökoszisztéma megőrzése

3. Problémakör: Génműködés

Amikor megcsinálják azokat a folyamatokat, amikről szó volt. Akkor azoknak vannak különféle egyéb problémái is. Vagyis **ha egy gént átviszünk máshova és beépítjük a kromoszóma állományba, akkor az pontosan soha sem a gének végénél történik.** A hasítási hely mindig egy kicsit odébb van, ezzel idegen szakaszok is átmennek. Illetve, ha jön a restriktív endonukleáz és bevág, akkor az kettévág valamilyen létező gént. Ez a gén többet nem működik, ennek is van két fele, amiből az egyik egy idegen fehérje darab és a megfelelő

idegen fehérje darab lesz belőle. Ez azt jelenti, hogy **mindig keletkeznek selejt fehérjék** is, amiket nem vettünk figyelembe. De ezek lehetséges, hogy ártalmasak. Tehát lehetnek ilyen dolgok is, hogy beültetnek egy intront és az kilök egy másikat.

Bizonyos induktív enzimek, melyek egy adott hatásra kapcsolódnak be, állandó kiírásúvá tesznek. De ennek következtében a mögötte lévő néhány gén is állandóan termelődik. Ez egy szabályozási zavar, az illető növények saját fehérjei állandóan termelődik és ez zavarhatja a működését.

Mindig keletkeznek töredékfehérjék. Jó hogy a fehérjék végén ott van a stop kód. A cél gén bioszintetizálódik, de mellette a cél gén is bioszintetizálódik.

A génátvitel veszélye meg van a bélbaktériumokban is, tehát ha genetikailag módosított élelmiszert eszünk, akkor megeszük a DNS-ét is. Ez nekünk nem fog ártani, mert mi DNS-t nem veszünk fel a bélcsatornából. **Emésztésnél** apró monomerekre darabolódnak az enzimek mi csak monomer aminosavat, monocukrot, monobázist veszünk fel a tápanyagokból, de ott éldegélnek a bélbaktériumok a vastagbelünkben. Ha ezek találkoznak idegen DNS-sel, akkor meg van a statisztikai esélye annak, hogy ezek a géndarabkák előbb-utóbb beépülnek és létrejönnek a génmanipulált baktériumok is, amelyek viselkedése kiszámíthatatlan. Amit a természetes növények közül eszünk meg az már nem árt, mert meg tanultunk ellene védekezni. De ha új DNS darabokat fogyasztunk el, akkor ez zavaró lehet.

4. Problémakör: Táplálkozás

Az allergénekről:

Volt egy olyan tápanyagjavító próbálkozás, hogy a szója az egy nagyon jó fehérje tartalom, de a kéntartalmú aminosavakból kevés van benne. Megcsinálták azt, hogy a dél-amerikai brazil dióból beültettek egy olyan gént a szójába, amiben sok kéntartalmú aminosav volt. Ezt a szóját ma is termesztik, mert az eredeti célt elérték, de a szója érzékenység is megugrott ettől.

A génmanipulált növényeknél a **megváltozott tápanyagnak**, hogy nincs negatív hatása igazolni, kellene.

A **nem kívánt gének aktiválása** azt jelenti, hogy olyan géneket kapcsolnak be, amelyek maguktól nem kapcsolnának be.

Antibiotikum-rezisztencia gének emésztőrendszerbe jutása: A bélbaktériumok átvehetnek géneket a GMO növényekből. A sok átvehető gén közül átvehetnek antibiotikum rezisztencia

géneket is. Ez azt jelenti, hogy a bélbaktériumok között létrejöhetnek olyanok ettől, amelyek rezisztensek az antibiotikumokra. Alapesetben ez nem baj, mert együtt élünk velük. Ha az antibiotikum rezisztencia el kezd terjedni, akkor ez mindenképpen rossz, a gyógyászatban kevésbé lehet majd így az antibiotikumokat alkalmazni.

Vektorok esetleges immunreakciója, vagy rekombinációja patogénné:

Egy vektorban nem csak a célgén van benne, hanem sok minden egyéb is. A sok minden egyéb előidézhet immunreakciót, hiszen fehérjék kiírásával is jár. Valamint a vektorok ide-oda ingáznak a különböző sejtek között, és spontán rekombináció is lehetséges, lehet, hogy valami patogént tanítanak meg olyasmire, amire nem kellene.

Transzgén és fehérje lebomlási sebessége

Élelmiszerbiztonsági vizsgálatok

Kényes terület: Ki vizsgál és mit?

A független vizsgálatok száma az nagyon kicsi. Sok esetben a cégek saját célra végeznek kutatásokat, vizsgálatokat. De ezek a vizsgálatok nem függetlenek. A világban 8 év alatt 12 vizsgálatot végeztek, de ebből csak 2 volt független.

Az USA-ban az FDA egy kemény szabályozó szervezet, de ezen a területen csak egyetlen vizsgálatot végzett egy bizonyos paradicsommal, de utólag kimutatták, hogy ez egy rosszul tervezett vizsgálat volt és bizonyos adatokat figyelmen kívül hagytak.

Angliában is végeztek ilyen vizsgálatokat. Az alapkérdés az az volt, hogy engedélyezzék, vagy tiltsák be a GMO-t?

A hosszas kísérletek során arra jutottak, hogy minden egyes esetet külön-külön meg kell vizsgálni. Sem az általános tiltást, sem az általános engedélyezést nem tartották indokoltnak.

Skóciában történt egy olyan eset, aminek magyar szereplője is volt. (Pusztai Árpád) GMO növényekkel kellett vizsgálatokat végezni, olyan burgonyát vizsgáltak meg, amibe bizonyos lektíneket (bizonyos fehérjéket) építettek be. Ezt a vizsgálatot kiadták egy intézetnek, aminek Pusztai Árpád is kutató munkatársa volt. (Ha egy kutatást el akarnak végezni, akkor a kutatóintézeteknek pályázatot írnak ki, hogy meg lehet pályázni a kutatás elvégzését és pénzért a nyertes intézet, elvégzi a kutatást. Természetesen a pályázati feltételek nagyon komolyak a kísérletek teljes analógiáját le kell írni, hogy hány növényen végzik el hányszor stb., tehát nagyon komoly a protokoll). A kísérlet elvégzésénél a csoport azt tapasztalta, hogy az adott burgonyát fogyasztó kísérleti patkányok belső szervei összezsugorodtak. A botrányt az váltották ki, hogy Pusztai Árpád nyilatkozott egy műsorban,

hogy a GMO növényektől a patkányok mit szenvedtek el. Pusztait azzal támadták meg, hogy a megbízó engedélye nélkül nyilatkozott. Az Angol Tudományos Egyetem hozott döntést az ügyben, aki azt mondta, hogy nem volt megfelelő a kísérlet sorozat protokollja. (Ez kérdéses, hiszen akkor hogyan nyerhette el a pályázatot.)

A tanulság az, hogy a céges vizsgálatok eredménye az nem közzétett minden esetben, mivel annyit közölnek belőle, amennyi nekik tetszik. Ez így nem biztos, hogy a tudomány fejlődését szolgálja.

A kísérleteknél a hosszú időtartamú sok egyeden elvégzett kísérlet nem előnyös gazdasági szempontból, mert az minél későbbi piacra lépést eredményez. A cégek érdeke, tehát, hogy a kísérleteket minél hamarabb elvégezzék.

A GMO kutatásban és forgalmazásban résztvevő 6 legnagyobb cég:

- Aventis/Bayer
- Monsanto
- Syngenta
- Delta and Pine Land
- Dow/ My Cogen
- DuPont/Pioneer Hi Bred

A szabadalmaztathatóság kérdése

Az alapkérdés, hogy lehet egy élőlényt szabadalmaztatni. Amióta az USA-ban egy olajlebontó baktériumot lehetett szabadalmaztatni, azóta ennek a példján alapulva, lehet genetikailag módosított organizmusokat szabadalmaztatni.

Szabadalmi jogdíjakat szednek be a magokat használó farmerektől. (Probléma van, ha a szomszéd farmer tábláján is megtalálható a növény, mert génszóródás van, ekkor tőlük is díjakat hajtanak be ezek a cégek.)

A probléma az, hogy a termékfelelősség nincs meg.

Gazdasági következmények

Néhány nagy multi állítja elő a vetőmagokat.

Ennek politikai kérdései is vannak. Argentínában a vetésterület 40%-án génmanipulált növényeket termelnek, ha politikai zűr van Dél-Amerikában, és pl. a Monsanto azt mondja, nem szállít vetőmagot, akkor ott éhínség lesz. A GMO magokat csak egyszer lehet felhasználni.

A WTO és a Vámtarifa Intézmény is abba az irányba fejtnek ki nyomást, hogy ne legyenek korlátozások. Az EU korlátozó magatartása az nem tetszett nekik és próbáltak sokféle kártérítést beszélni emiatt.

A Cartagenai jegyzőkönyv kimondta, hogy a GMO növényeket csak az importőr beleegyezésével lehet szállítani.

Tehát jogi ellentmondás van a kérdésben.

Társadalmi következmények

- ▶ Az által, hogy koncentrálnak a mezőgazdasági termelés és kevés számú multi kezébe kerül a dolog, ezáltal a mezőgazdasági termelésből nem lehet megélni.
- ▶ Az elszegényedésről, jövedelemszivattyú fokozása, ezt szintén a multik oldaláról megvilágítva lehet értelmezni, nincs árverseny.
- ▶ Szó volt az éhínség veszélyéről is fentebb.
- ▶ Korábban a mezőgazdaságban a farmernak joga volt a learatott növény magjainak egy részét a következő évben elvetni, ezt GMO növények esetében nem lehet megtenni.
- ▶ Fokozódik a termelők kiszolgáltatottsága, mivel a földterületek bankoknál koncentrálnak.

Morális szempontok

- ▶ Kérdés, hogy a tudomány szabad-e vagy sem. A tudomány minden eredményt meg kell, hogy osszon a tudományos közvéleménnyel.
- ▶ De fontos az is, hogy a tudós azt kutassa, amilyen témát ő választ.
A kutatások a cégek és mezőgazdaság megrendelésére mennek. Így az eredmények már nem lesznek szabadok, valamint a témaválasztás kérdése is sérül.
- ▶ Fontos etikai kérdés az is, hogy mindent kutatni, kell-e amit lehet. (atombomba effektus)
- ▶ A fogyasztónak annak van-e döntési lehetősége arról, hogy mit fogyaszt, mert esetleg csak GMO növényekkel találkozik.

Az élővilág a sok fajjal, az ökológiával nagyon hosszú idő alatt fejlődött ki. **Nem biztos, hogy az ember okosabb, mint az evolúció.**

Összefoglalás:

- A GMO használatával nem az a baj, hogy biztosan tudják róla, hogy ártalmas, hanem az, hogy egyenként megvizsgálják, hogy ártalmatlan-e azt nem vizsgálják meg.
- A független kísérletek is hiányoznak.
- Egészségügyi veszélyei is lehetnek. (Néhány esetben allergiáknál azt mondhatjuk, hogy ténylegesen van.)
- Probléma lehet, hogy ha a tudós kísérletei alapján nem tart veszélyesnek egy dolgot tudományos szemmel, akkor azt egyáltalán veszélytelennek fogja fel.
- De fontosak a gazdasági szempontból felmerülő veszélyek is az egy kézben koncentrálódó élelmiszer ellátás, a nagy vállalatok ráteszik a kezüket a közös biológiai örökségünkre, és ezzel emberek millióit hozhatják kiszolgáltatott helyzetbe.