

6. Növényi biotechnológia

6.1 Növényi szövettenyésztés

- Biológiai, biokémiai kutatás
- Vegetatív mikroszaporítás
- Szekunder metabolitok előállítása (gyógyszerek, pigmentek, alkaloidok, szteroidok)
- GM növények előállítása

A szövettenyésztés előnyei:

- független: éghajlattól, kortól, betegségtől
- termelés ellenőrizhető: pl. kábítószereknél
- olcsóbb lehet: verseny a technológiák között.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

1

Alapfogalmak, módszerek

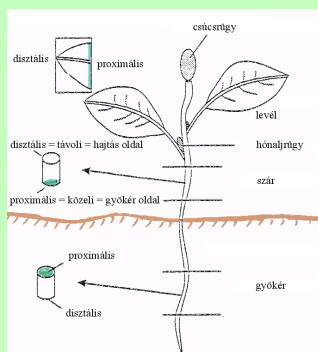
- Explantátum – merisztéma
- MS táptalaj
- Kallusztenyészet
- Szuszpenziós tenyészet
- Protoplaszt tenyészet
- Növényregenerálás



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

2

EXPLANTÁTUMOK



• A fiatal növény kedvezőbb, azonban ha túl kicsit vágunk annak nagy lesz a mortalitása.

• Optimális méret: 2 mm

• Növekedési polaritást mutat

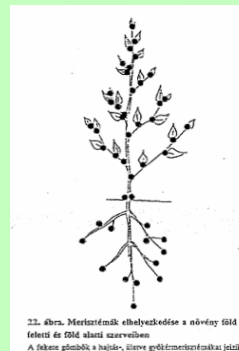
• Levél, gyökér, merisztéma



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

3

Merisztéma



• Még nem differenciálódott, gyorsan osztódó szövetek

• Hajtáson vagy gyökéren az ábrán pontokkal jelölt helyeken található

• Merisztémából a növény regenerálható

• Mikroszaporításhoz használják

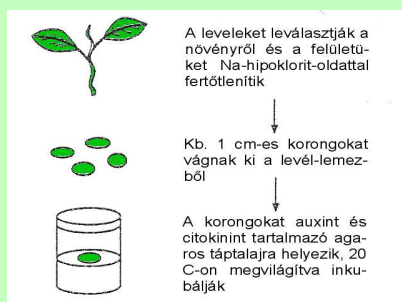


BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

4

KALLUSZTENYÉSZET

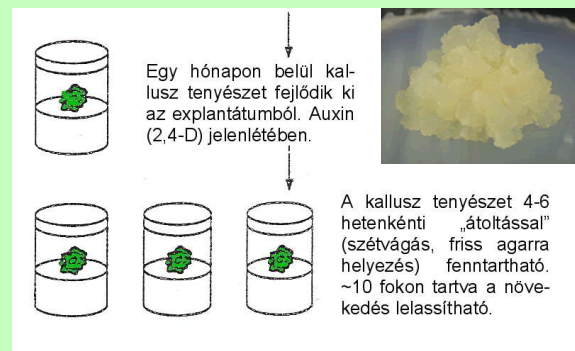
- Dedifferenciálódott (totipotens) sejtek
- MS tápközeg + auxinok, citokininek



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

5

KALLUSZTENYÉSZET



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

6

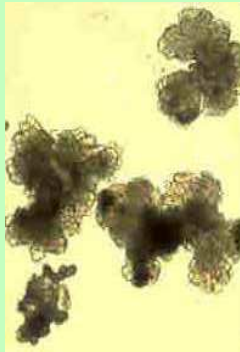
Szuszpenziós tenyészet

Rendszerint nem különálló sejtek, hanem sejtcsomók

Előállítás a kallusz tenyészetből

- centrifugával 50 rpm-el (=ülepítés)
- kis mennyiségű sejtfallbontó enzim + szorbit
- Auxinos MS tápközegben
- megvilágítás 16 órán át 1000 lux-szal 25-29 °C-on

Gyorsabban nő, ezért 2 hetente szubkulturás átoltás szükséges



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

7

PROTOPLASZT TENYÉSZET

- enzim sejtfallbontás (celluláz, pektináz) és/vagy mechanikus roncsolás
- nagy ozmózisnyomás (szacharóz, mannitol) beállítás
- nagyon érzékeny ozmotikus és mechanikai hatásokra
- osztódásra, szaporodásra képes
- a sejtfallújrasztézise kiváltható → kalluszá alakul → teljes növény



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

8

TENYÉSZTÉSI KÖRÜLMÉNYEK

- Hőmérséklet: 15-32 °C, befolyásolja a szaporodási sebességet
- Gázösszetétel: néha 1-5 % CO₂, etilén
- Páratartalom: magas, az edényekben belül ~100%
- Aktív szén: gyökérvégződést elősegíti
- A megvilágítás erőssége: 1000 – 4000 lux
- A fény színe/hullámhossza befolyásolja a növény fejlődését: a kék fény a hajtás, a vörös fény a gyökérvégződését segíti elő
- A világos – sötét periódusok hossza is befolyásoló tényező

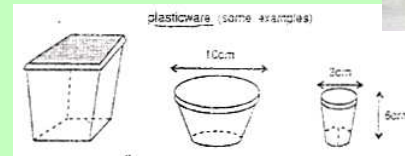


BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

9

EDÉNYEK, ESZKÖZÖK

Hasonlók a mikrobiológiai laborokban használatos eszközökhöz, de a légtér belmagassága nagy, hogy elérjen a növény.



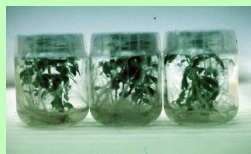
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

10

EDÉNYEK, ESZKÖZÖK

Egész növények nevelésénél tipikus:

- konzerves/lekváros üveg, a fedelébe ütött lyukakban szivacs dugóval.
- Erlenmeyer lombik, sokszor nyak nélkül



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

11

MS táptalaj - Murashige és Skoog

Makrokomponensek (g/l): 3% szacharóz, pH: 5,7-5,8

NH₄NO₃ 1,65

KNO₃ 1,90

CaCl₂*2H₂O 0,44

MgSO₄*7H₂O 0,37

Mikrokomponensek, mg/l

KI 0,83

H₃BO₃ 6,2

MnSO₄*4H₂O 22,3

ZnSO₄*7H₂O 8,6

Na₂MoO₄ 0,25

CuSO₄*5H₂O 0,025

CoCl₂*6H₂O 0,025

Vitaminok (mg/l)

mio-inozitol 100

nikotinsav 0,5

piridoxin-HCl 0,5

tiamin-HCl 0,5

glycin 2

Vas, komplex formában

FeSO₄*7H₂O 27,8

Na₂EDTA*2H₂O 37,3



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

12

NÖVÉNYI HORMONOK

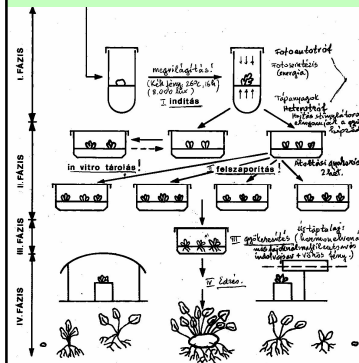
- **Gibberellinek** – elsősorban a lineáris növekedést csírázást, virágzást, gyümölcstermést fokozó hormonok
- **Auxinok** – a sejtosztódást és megnyúlást serkentik, a gyökér, szár, virág, gyümölcs növekedését szabályozzák
- **Citokininok** – az auxin hatását moderálják.
 - Együtt a sejtosztódást stimulálják,
 - A citokininok visszafogják az auxin által kiváltott szármegnyúlást
 - Az auxin/citokinin arány szabályozza, hogy a kallusból szár vagy gyökér lesz
- **Etilén** - érésszabályozó



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

13

Növényregenerálás



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

14

- Hajtástenyészet kifejlesztése
- Szaporítás
- Gyökerezítés
- Edzés, kiültetés

Hajtástenyészetek

- Gyökér nélküli hajtások növekedése táptalajon steril, kontrollált körülmények között
- Előállítása: merisztémából vagy kallusból
- Körülmények:
 - MS táptalaj kiegészítésekkel (pl. auxin)
 - Inkubáció: 8000 lux, kék fény, 16+8 óra, 18-30°C
 - Átoltási gyakoriság: 3-5 hét
- Energiatermelés: kettős
 - a táptalaj szacharóza
 - fotoszintézis (ha már kifejlődött a hajtás)



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

15

Gyökerezítés

A felszaporított hajtásokat kiültetés előtt gyökerezíteni kell:

- A hajtáserkentők elnyomják a gyökérképződést
- Hormonelvonással viszont indukálható
- Vörös fény



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

16

Edzés, kiültetés

- Steril körülmények között nem adaptálódott a környezethez fiziológiailag és szerkezetileg
- Megvalósítás: üvegház és fóliasátor, fokozatos pára-csökkenés és védelem (kártévők és kórokozók ellen)
- Kiszáradás-veszély, mert:
 - eddig 100% nedvességtartalmú térben nőtt
 - a légző nyílások nyitottak
 - vékony a viaszréteg a leveleken
 - gyengén fejlett gyökér – kevés vizet képes felvenni



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

17

6.2. Génmanipulált növények

A növényi génmanipuláció céljai:

- Ellenálló képesség fokozása (betegségek, gyomirtók, növényvédőszerrel)
- Tűrőképeség fokozása (szárazság, hőmérséklet-ingadozás)
- Nitrogén-fixálás bevitel
- Hozam javítása (termés/felület/idő)
- Minőség/összetétel javítása (fehérjetartalom, aminosav-összetétel, eltarthatóság)



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

18

Vírusrezisztencia

Több mint 700 növénypatogén vírust ismerünk

- Természetes vírusrezisztencia gének izolálása:
 - gyenge vírusfertőzés után a növény rezisztens lesz
 - tehénborsó: olyan enzimet termel, amely a vírus RNS-t darabolja
 - antivirális faktor termelés: vírus replikációt gátol
- Vírus köpenyfehérjét termelő növény:
 - a fertőző vírus RNS visszakapszulázódik → dohány-, lucerna-, és uborkamozaik vírus



Mikrobiális kórokozók elleni rezisztencia

Baktériumok, gombák fertőzése ellen rezisztens növények előállítás

- A fertőzés sejtfalbontó enzimek képződését indukálja – de ezek induktív enzimek: lassan képződnek → konstitutív génként építik be.
- Fitoalexinek: patogén-specifikus, induktív vegyületek. ~ a növények antibiotikumai. Leginkább a gombák és baktériumok ellen hatásosak.
- Fitoncidok: olyan - gyakran illó -, a baktériumokra kis koncentrációban is mérgező vegyületek, melyeket magasabb rendű növények termelnek.

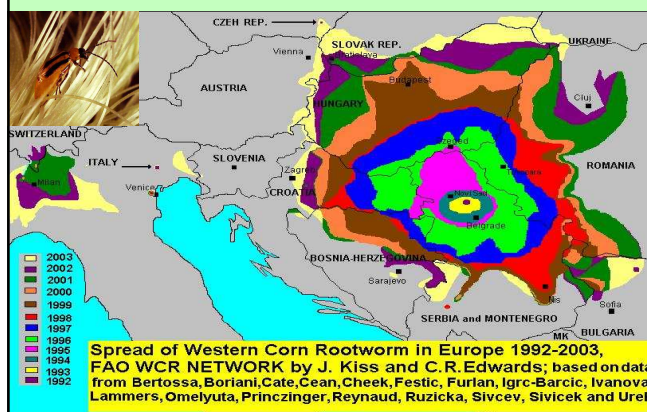


Rovarkártevők elleni rezisztencia

- kémiai védekezés - inszekticidek: az ízeltlábú növényevő fajok rövid idő alatt ellenállóvá válnak; a monokultúra kedvez az elterjedésnek.
- enziminhibitorok (proteáz-, amiláz-) Természetes rezisztencia: borsó, bab, STI → át lehet vinni
- *Bacillus thuringiensis* toxin: a rovarok bélcsatoráját károsítja. Növénybe beépített a toxin-gén → állandóan termeli a toxinfehérjét



Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera*) elterjedése 1992-2003



Herbicid (gyomirtó) rezisztencia

A kémiai gyomirtó szerek száma 100 felett van.

Minden gyomirtó szernek szelektívnek kell lennie: a haszonnövényt nem szabad károsítania, de a gyomok közül minél többet pusztítson el. Ha a bevitt gén a növényt védetté teszi: ezt a szelektivitást fokoztuk.

Akkor van esély, ha egyetlen gén bevitelével meg lehet védeni a növényt. Pl.:

- lebontó enzim bevitel
- gátolt enzim túltermelése



Szárazság- és sótűrő növények:

Bonyolult, specifikus mechanizmusok: pl. ozmoprotektív fehérjék génjeinek bevitel.

Hideg- és fagyűrő növények

fagyásvédő fehérjék, a jégkristály képződést akadályozzák.

Anti-Freeze Proteinek (AFP): sarkvidéki halakból, rovarokból (de bejuttatásuk megzavarta a kukorica regeneráló képességét)

A lipid összetétel változtatása a membránban (telítetlenek arányának növelése: deszaturázok mutációjával) → a dohányban hidegtűrést eredményezett.



Élelmiszernövények minőségjavítása

- Kedvezőbb élvezeti érték
- Hosszabb tárolhatóság
- Kedvezőbb tápérték, egészségi haszon
- Kedvezőbb fehérje összetétel
- Megnövelt szénhidrát-tartalom
- Megnövelt termés hozamok
- Érés, eltarthatóság szabályozása



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

25

Kedvezőbb tápérték, egészségi haszon

- Fehérjetartalom növelése
- Esszenciális AS tartalom növelése
- allergén fehérjék eliminálása
- Géntechnológia segítségével a növények természetes ásványianyag- és antioxidáns- (karotinoid, flavonoid, A-, C- és E-vitamin) tartalma is növelhető.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

26

Deklarált célok

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



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

27

Problémák 1: Fenntarthatóság

- Nagyüzemi módszerek esetén alkalmazható
Az intenzív gazdálkodás intenzifikálása
- Csak meghatározott GM vonalat szaporít →
Fokozza a genetikai egyhangúságot a természetes biodiverzitás és a természetből ellenében genetikai beszűkülés, beltenyésztettség le-romlás, esetleg nem várt kórokozók elleni védtelenség.
- Károsító rezisztencia alakulhat ki →
Ellenálló gyomok, gombák, rovarok kifejlődése
- Magas költségigény → tőkekoncentráció →
Vetőmag-gyártó cégek bekebelezése



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

28

Tájvédelem, a hagyományos termesztési mód és életmód megőrzése



Problémák 2: Ökológia

- Természetes ökoszisztémák és agrár-ökoszisztémák fel-számolása
 - Fokozott vegyszerhasználat (glifozát a talajvízben!)
 - A bevitt DNS fennmaradása, átalakulása
 - Génszökés :
Transzgenikus mikroorganizmusok: rovarpatogén baktérium elterjedésének veszélye, antibiotikum-rezisztens baktériumtörzsek kialakulása (pl: *Rhizomania* rezisztencia gén szökése talajbaktériumokba)
Transzgenikus növények: intraspecifikus hibridizáció vadon élő rokonokkal, interspecifikus hibridek keresztbeporzással, új vírusok rekombinálódhatnak a GM növényekben
- A génmódosított populációk természetbe jutása megzavarhatja a táplálkozási láncot, és, a kölcsönhatásokat, megbontja a biológiai egyensúlyt.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

30

A természetes ökoszisztémák megőrzése



31

Problémák 3: Génműködés

A transzgén beépülésének helye véletlenszerű (más gének működését módosíthatja)

A transzgén állandóan bekapcsolt állapotban van (mást is bekapcsolva tarthat)

Idegen fehérjék, fehérjedarabok szintetizálódhatnak

Génátvitel veszélye bélbaktériumokba, utódokba (kísérleti adatok)



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

32

Problémák 4: Táplálkozás

- Allergének átvitele (szója metionin-dúsítása brazil dió génnel, szójaérzékenység növekedése Angliában)
- A táplálék megváltozott tápanyag-összetétele
- Nem kívánt gének aktiválása (pl. más aminosavat, fehérjét, toxint kódol)
- Antibiotikum-rezisztencia gének emésztőrendszerbe jutása
- Vektorok esetleges immunreakciója, vagy rekombinációja patogénné
- Transzgén és a fehérje lebomlási sebessége



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

33

Élelmiszerbiztonsági vizsgálatok

- Világ: 8 év alatt 12 szakirodalom, ebből csak 2 független vizsgálat
- USA: csak 1 FDA vizsgálat (FLAVR-SAVR paradicsom), Hibás kivitelezés, negatív adatok (gyomorvérzés) figyelmen kívül hagyása
- Anglia: 3 éves kísérlet eredménye: sem általános engedélyezés, sem általános tiltás nem indokolt
- Skócia: Pusztai Árpád kísérletei → lektingénes burgonya: a transzgén nem, de a GM burgonya elváltozásokat okozott

A céges vizsgálatok objektivitása kérdéses, bármely részük titkosítható! A tartamkísérletek lassítanák a GM fajták bevezetését, ezért nem végzik el.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

34

A GMO kutatásban és forgalmazásban résztvevő (legnagyobb/multi) cégek

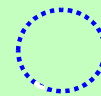
- Aventis/Bayer
- Monsanto
- Syngenta
- Delta and Pine Land
- Dow/Mycogen
- DuPont/Pioneer Hi-Bred



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

35

SZABADALMAZTATHATÓSÁG



Precedens genetikai szabadalomra:

USA olajbontó baktérium

Azóta a GMO-kat szabadalmaztatják, a gazdákat felügyelik és feljelentik



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

36

Gazdasági következmények

- A haszon a szabadalmassé, a következmény (környezet, egészségügy) a termelők és a fogyasztóké
- Vetőmag-előállítás koncentrációja kevés kézben
- Élelmiszerellátás koncentrációja veszélye
- WTO eljárás USA kezdeményezésére az EU ellen - 300 M\$ elmaradó haszon az EU moratórium miatt
- A WTO mint a GMO-k elterjesztésének eszköze
- Cartagenai jk. (50 ország ratifikálta): csak az importőr beleegyezésével lehet GMO-t szállítani (ellentmond a WTO-nak – jogi csapda)



Társadalmi következmények

- Mezőgazdasági megélhetés szűkülése
- Elszegényedés, jövedelemszivattyú fokozódása
- Éhínség veszélyének fokozódása
- Ősi jogok elvétele (nem lehet vetni)
- Termelők kiszolgáltatottsága fokozódik – eladósodás, földek koncentrációja cégeknél és bankoknál



Morális szempontok

- A független kutatás és oktatás elszorítása
- Kutatás ipari megrendelésre – gyors haszon
- Témák alárendelése a cégek szempontjainak
- Szabad adat- és eszmecsere megtiltása → A tudomány alapelve sérül – intézményes elhallgattatás
- Dönthet-e a kutató, hogy mit kutat? (autonómia vagy prostituálódás)
- Mindent kutatni kell, amire képesek vagyunk? (atombomba effektus)
- Dönthet-e a fogyasztó, hogy mit fogyaszt? (etikai, jogi, vallási szempontok)
- milliárd éves evolúciós fejlődés megerősökölése géncserékkel (az emberiség hozzájárulása nélkül beindítható-e egy visszafordíthatatlan folyamat?)



Összefoglalás

- A GMO-k használatával nem az a baj, hogy bizonyosan ártalmasak, hanem az, hogy nincs független tartamkísérletekkel bizonyítva a hatásuk.
- Jelenlegi tudásunk szerint elterjedésüknek egészségügyi és ökológiai veszélyei lehetnek.
- Mindezeknél lényegesen nagyobb veszély a társadalmi-gazdasági hatás, az a törekvés, hogy néhány nagyvállalat rátegye a kezét az emberiség közös biológiai örökségére, befolyása alá vonja az élelmiszerforrásokat, kiszolgáltatott helyzetbe hozva emberek milliárdjait.

