

NÖVÉNYNEMESÍTÉS

Az Agrármérnöki MSc szak tananyagfejlesztése
TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0010



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Előadás áttekintése

Idegentermékenyülők hibridnemesítése

Beltenyésztett vonalak előállítása

Beltenyésztett vonalak előállításának módszerei

Hibridtípusok

Öntermékenyülők hibridnemesítése

Mutációs nemesítés

Poliploid nemesítési módszer

Heterózis nemesítés (Hibridnemesítés)

Keresztezéses nemesítés egyik sajátos esete

F₁ hibrideknek is nevezik

Kiegyenlítettek

Értékes tulajdonságaik F₂-ban hasadnak

Heteróizhatás

Kukoricánál figyelték meg először

Hibridizáció/ Heterózisnemesítés

- ❖ heterózis források (egzotikus alapanyag, mutáció, szintetikus fajták stb.)
- ❖ beltenyésztett vonalak előállítása
- ❖ keresztezés, próbahibridek, tesztelése
- ❖ szülőpartnerek fenntartása és felszaporítása
- ❖ üzemi vetőmag előállítás steril úton vagy az anyapartner lecímerezésével

Idegentermékenyülők hibridnemesítése

Két szakasza

- 1. Beltenyésztett vonalak előállítása**
- 2. F_1 hibridek előállítása**

Beltenyésztett vonalak előállítása

Nagy genetikai variabilitású kiindulási anyag

Siker attól függ, milyen volt a kiindulási anyag

Új beltenyésztett vonalakat előállíthatunk:

Köztermesztésben bevált két-, három-, négyvonalas hibridekből

Faj és nemzetséghibridekből

Szintetikus fajtákból

1-2 tulajdonság javítására: tájfajták, trópusi és szubtrópusi formák

Vonalak előállításához és javításához szükséges alapanyagot (populációt) a nemesítők saját maguk hozzák létre, meglévő beltenyésztett vonalak, tájfajták egyszeres, kétszeres de leginkább többszörös keresztezésével.

A nemesítő a létrehozott populációban:

- Populáció javításához kezd (növeli az értékes allélek gyakoriságát) vagy
- Elit növények öntermékenyítésével megkezdi a beltenyésztést

Beltenyésztett vonalak előállításának módszerei

Standard módszer, vagy direkt izolálási módszer

Pedigree módszer

Back-cross módszer

Single-seed vagy *single hill* módszer

Gamétaszelekció

Monoploidok

-Homozigóta diploid: anyai, apai

-*Indeterminate* gametofiton

-Pollenkultúra

Hibridizáció/heterózisnemesítés

A szoros rokontenyésztés és önbeporzás hatására minden tulajdonság stabilizálódik (6-7 generáció), tovább nem hasad (homozigótává válik).

Beltenyésztéses leromlás: magában foglalja a vigorosság, a levélfelület (LAI), a reprodukciós szervek és a termőképesség csökkenését. A 6-7. generációra a jellegek stabilizálódnak, a vonal eléri a „beltenyésztéses minimumot”.

A homozigóta vonalak egymás közötti keresztezésével (genetikai, élettani, ökológiai), heterózishatás vagy hibridhatás jön létre.

Hibridhatás: az utódgeneráció (F1) a szülői átlagot nagymértékben felülmúlja. A hibridhatás a hibridek újra előállításával korlátlanul ismételhető.

A vonal-előállítás célja olyan homozigóta vonalak előállítása, melyek egymásközi keresztezésével a legtermőképesebb hibridek állíthatók elő.

Hibridtípusok

SC = single cross = AxB

MSC = modified single cross = (A₁x A₂)xB

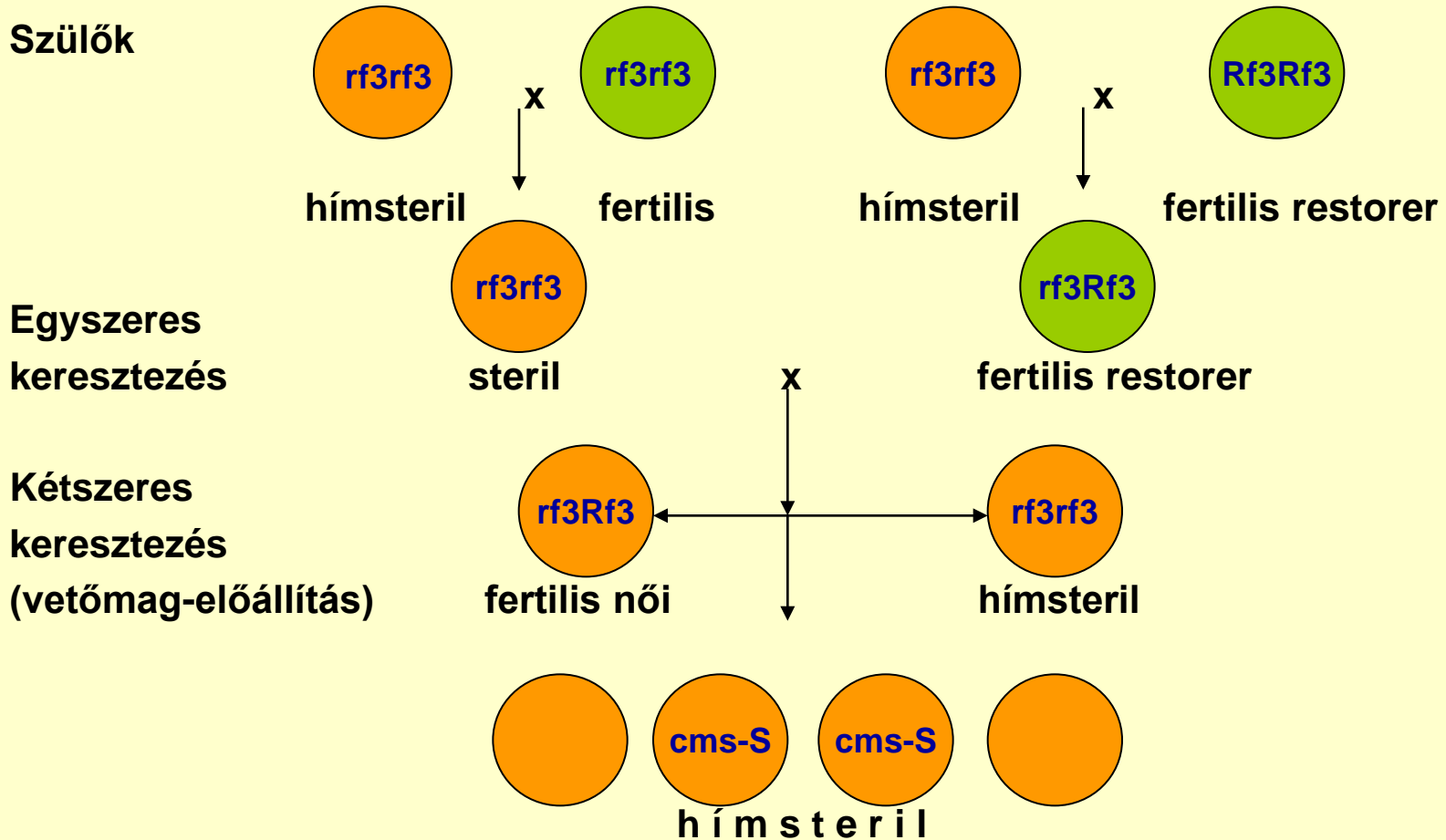
TC = three way cross = (AxB)x C

DC = double cross = (AxB)x (Cx D)

SLC = sister line cross = A₁x A₂

SC(R) = reciprocal single cross BxA

NÉGYVONALAS HIBRID ELŐÁLLÍTÁSA RESTORER GÉNEK FELHASZNÁLÁSÁVAL



Rf3: fertilitást helyreállító gén

rf3: restorer (fenntartó) allél

cms-S: hímsterilitást előidéző citoplazma

Öntermékenyülők hibridnemesítése

Az F_1 kombinációk teljesítőképességének fokozódását az öntermékenyülőkön is gyakran tapasztalták.

A kérdés az, hogy lehet-e a hibrid fölényt úgy rögzíteni az öntermékenyülő növényeknél, hogy az utódok mind olyan teljesítményűek legyenek.

Ebben az esetben nincs szükség a beltenyésztett vonalak előállításával és fenntartásával járó munkára.

Hibrid búzát csak hímsteril alapon lehet előállítani.

A barnase gén akadályozza a normális pollen fejlődést, míg a ribonukleáz gátló barstar gén visszaállítja a fertilitást.

Hibrid búzanemesítés I.

Ma Európában a Staaten-Union foglalkozik hibrid búzanemesítéssel.

Az első hibridet az 1990-es évek közepén ismerték el Franciaországban.

2006-ra 9 hibrid van kereskedelmi forgalomban a kontinensen és közel 170.000 ha-on vetnek hibrid búzát.

Az eddigi termelési tapasztalatok egyértelműen igazolják a hibrid búzák hozam- és jövedelmezőségi fölényét elsősorban a nem optimális körülmények között.

Hibrid búzanemesítés II.

Az eddigi hibridek a forgalomban lévő különböző fajták keresztezésével jöttek létre.

Az újabb kutatások arra irányulnak, hogy megtalálják a legjobb pollenszolgáltató és kombinációs képességgel rendelkező apai vonalakat, valamint a betegségekkel szembeni ellenállóság növelése és a beltartalmi paraméterek javítása is folyamatos fejlesztés alatt áll.

Mutáció nemesítés

Folyamata:

mutációk indukálása

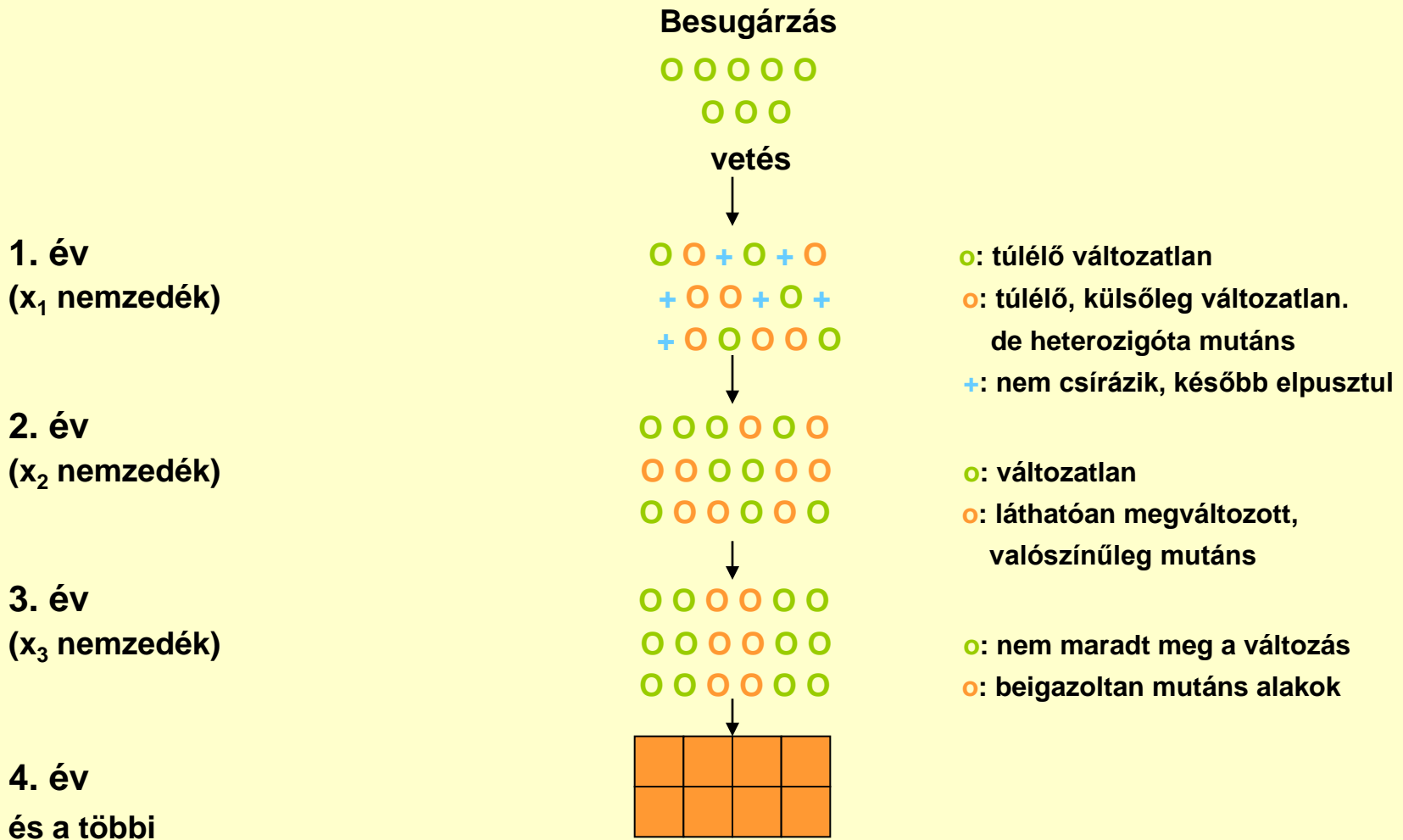
mutációk detektálása (felismerése a populációban)

mutációk identifikálása (genetikai meghatározása)

mutációk felhasználása a nemesítő munka során

Cél: minél nagyobb gyakorisággal indukáljunk mutációt kedvezőtlen fiziológiai és genetikai változások nélkül.

MUTÁCIÓS NEMESÍTÉS



A mutánsokat többsorozatos összehasonlító kísérletekben vizsgálják

A mutációk indukálásának hatékonyságát befolyásoló tényezők I.

1. A növények genetikai sajátosságai

Citogenetikai: DNS tartalom, kromoszómák mérete, száma

Ontogenetikai (egyedfejlődési állapot):
a növények legérzékenyebbek a generatív fázisban (ivarsejtek)
legkevésbé érzékeny a nyugvó mag

különbségek a növényi részek között is:
a gyökér és a nagyobb víztartalmú részek érzékenyebbek

Filogenetika: az idősebb fajták érzékenyebbek

A mutációk indukálásának hatékonyságát befolyásoló tényezők II.

2. A növények fiziológiai állapota

3. A magasabb olajtartalom csökkenti, a magasabb víztartalom pedig fokozza az érzékenységet.

4. Az alkalmazott mutagén típusa

5. Dózis, intenzitás

6. A kezelés módja: akut, krónikus, ismételt

7. Egyéb tényezők, mint a hőmérséklet, az O₂-ellátottság, a kezelést követő tárolási idő

Mutagének

Fizikai mutagének

Ionizáló sugárzások: α , β , γ , δ , X, neutron

Elektronokat mozdítanak ki az elektronpályákról

Alfa-részecskék: He-atommagok és radioizotópok bomlásából származnak

Béta-részecskék ^{35}S , ^{32}P radioizotópok által kibocsátott elektronok
(áthatolóképesség kicsi, kromoszómákba beépülve sugárzási energiájukat átadják a DNS-nek v. RNS-nek)

X-sugárzás: a leggyakrabban alkalmazott, a kívánt dózist pontosan ki lehet juttatni (mag, növény, pollen)

Gyors- és hőneutron: a röntgen sugárzásnál komolyabb kromoszóma károsodást okoz, ezért főleg magkezelésre alkalmazzák.

γ (Co60, 137Cs) az előző ionizáló sugárzásoknál kisebb sérülést okoz a növényi sejtekben. Egész növényt, növényi részeket pl. pollent kezelhetünk. Krónikus kezelés a sugárkertben történik (gamma field).

Nem ionizáló sugárzások: UV (pollen, *in vitro* tenyészet) Nem ionizál, de elektronokat nagyobb energiájú pályára mozdíthat (gerjeszt). Lassan hatol a szövetekbe.

Optimális mutációs dózis

Az optimális mutációs dózis az LD₅₀ érték 60-70%-a előkísérletben állapítjuk meg, értéke fajonként, sőt fajtánként változó.

FAJ	OPTIMÁLIS MUTÁCIÓS DÓZIS (Gray)
Napraforgó	70
Búza, árpa, zab	100-300
Rizs, len	500
Cukorrépa	200-400
Burgonya gumó	30-40
Gyümölcsfák	
Fás részek	30-60
Rügyek	20-40
Virágok	10-30

A dózis nagyságát befolyásolja

-növények sugárérzékenysége

-nemesítési cél: mikromutáció→kisdózis

makromutáció→nagy dózis

Besugározni lehet: magot, egész növényt, pollent.

A kezelés módja

Akut kezelés: rövid idő alatt (Gray/perc, Gray/óra)

Kronikus kezelés: sugárkertben egész tenyészidő alatt (Gy/hét, Gy/hó, Gy/tenyészidő, 0,25-0,5-1,0 Gy/nap)

kicsi a fiziológiai károsodás

a sugárérzékenység tanulmányozható az egyedfejlődés különböző szakaszaiban.

Ismételt besugárzás: sugárkezelés egymást követő generációkban

CÉL: a genetikai variabilitás felhalmozása.

Nem érdemes alkalmazni, mert főleg a letális és a szubletális mutációk gyakorisága növekszik.

A sugárkezelés körülményei

1. Oxigén

közvetett hatás → a szabad gyökökkel lép reakcióba

Vákuumban csökken a fiziológiai károsodás és a kromoszóma aberrációk aránya.

2. Víztartalom

Kapcsolatban van az oxigénellátással.

Magas nedvességtartalom csökkenti az oxigén igényt és fordítva.

X és γ sugárzásnál a mutáció gyakorisága szempontjából fontos a víztartalom.

Optimális érték 13-14 % magkezelésnél az x és γ sugárzáskor.

A víztartalom és az oxigén ellátás közömbös gyors neutron kezelésnél.

3. Hőmérséklet

Alacsony → a kromoszóma abberációk csökkennek

Magas → védő hatás

Kémiai mutagének

Mustárgáz és származékai

Alkiláló vegyületek

Bázis analógok (5-brómuracil)

Egyéb mutagének (fenolszárm. kolhicin)

A mutációs nemesítésben leggyakrabban használt alkiláló vegyületek

EMS (ethyl-methan-sulphonat)	0,05-0,3 M v. 0,3-1,5%
EI (ethylen-imin)	0,85-9,0 mM v. 0,05-0,15%
NEU (nitroso-ethyl-urea)	1,2-14,0 mM v. 0,01-0,03%
NEH (nitroso-ethyl-urethan)	1,2-14,0 mM v. 0,01-0,03%
DES (di-ethyl-sulphat)	0,015-0,02 M v. 0,1-0,6 %

A mutációk típusai

- 1. Genom mutációk** ► kromoszómaszám változások
- 2. Kromoszóma szerkezeti változások** ► transzlokáció, inverzió, duplikáció, deléció
- 3. Gén- v. Pontmutációk** ► egy bázispárban bekövetkező változások, cserélődéssel, kieséssel vagy beékelődéssel
- 4. Extranukleáris mutációk** ► citoplazmában
kloroplasztiszban
mitokondriumban létrejövő öröklődő megváltozások
Főleg a petesejttel kerülnek át a következő nemzedékbe.

Mikromutáció

Kishatású mutáció, csak alapos megfigyeléssel, méréssel, az adatok biometriai kiértékelésével detektálható.

Főleg a kvantitatív jellegeket érinti.

A növények egy csoportján figyelhető meg.

Nagyobb gyakorisággal keletkezik, mint a makromutáció.

A mikromutációk hasznosabbak a nemesítők számára, mint a makromutációk, mert feltehetőleg kisebb változást okoznak és így a növény genetikai egyensúlyát kevésbé borítják fel, mint a drasztikus hatású makromutánsok.

Spontán mutáció: az a mechanizmus, amellyel új genetikai tulajdonságok keletkeznek a természetben. Az életképes mutáns formák rekombinálódhatnak a meglévő formákkal.

Makromutáció

Drasztikus hatású, (kromoszóma sérüléseket okoz).

A kromoszóma anyagában bekövetkező megváltozás csökkenti az életképességet, növeli a sterilitást.

A kvalitatív jellegeket érinti.

Egy növényen is biztonsággal felismerhető.

Pleiotróp hatások: csökkent vitalitás, nagyfokú sterilitás,

Közvetve nem igen használhatók fel, csak keresztezési partnerként.

A természetben előforduló makromutánsok:

Waxy gén (kukorica, a keményítő csak amilopektinből áll)

Sugary gén (kukorica)

A mutációs nemesítéssel javítható növényi jellegek

Termőképesség

Virágzási és érési idő

Adaptációs képesség

Növény- és növekedési típus

Megdőlés- és szántörés-rezisztencia

Gyümölcsle hullással illetve magszétszóródással szembeni rezisztencia

Alacsony hőmérséklettel, szárazsággal, l és sótartalommal szembeni tolerancia

Növényi és állati kártevőkkel szembeni rezisztencia

Minőségi jellegek javítása (keményítő, fehérje, olaj, zsír, olaj- és zsírsavak)

:

Mutációs módszerek alkalmazása a növénynemesítésben

Öntermékenyülő növények

1. A mutánsok közvetlen alkalmazása
2. A mutánsok közvetett alkalmazása (keresztezési partnerként)
 - a mutáns keresztezése az eredeti kiindulási fajtával vagy vonallal
 - azonos szülő-vonalból származó mutánsok keresztezése
 - különböző szülői vonalokból származó mutánsok keresztezése
 - mutáns keresztezése eltérő fajtával vagy vonallal
 - azonos mutációt hordozó két fajta keresztezése

Idegentermékenyülő növények

Mutációk indukálása a variabilitás növelése céljából.

Heterózis nemesítés

Mutáció indukálása a beltenyésztett vonalakban, hímsterilitás indukálása (ön- és idegentermékenyülők).

Vegetatív úton szaporodó (aszexuális) növények

„sport”-ok indukálása

A genetikai megváltozások következményei

- **sterilitás**
- **letalitás**
- **új, kedvező tulajdonság kialakulása**

A mutagének felhasználása speciális nemesítési problémák megoldására

Sugárzás felhasználása haploidok előállítására (besugározott pollennel beporzás)

Sugárzás felhasználása apomiktikus növényeknél szexualitás előidézésére pl. fűfélék

**Sugárzás alkalmazása az inkompatibilitás csökkentésére távoli keresztezésekben
(faj- és nemzetséghibridekben)**

**Indukált mutánsok használata speciális genetikai, fiziologiai, morfológiai és biokémiai
folyamatok tanulmányozására**

Mutánsok elterjedése

Kína

A legtöbbet állították elő. Több százezer hektáron termesztenek rizs, gyapot és búza mutánsokat.

Szlovákia

Valamennyi sörárpa fajta mutációs nemesítés eredménye
Bő termés, jó maláta minőség

Olaszország

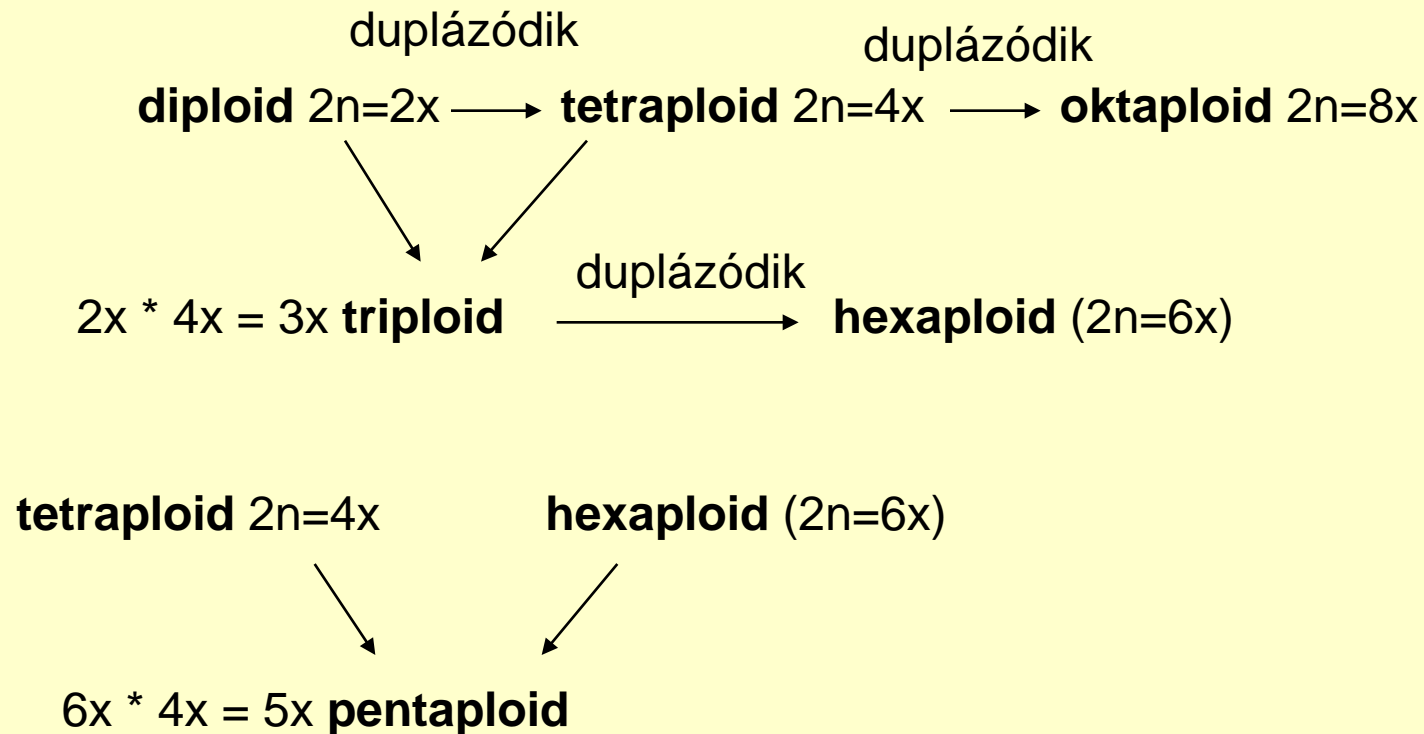
Valamennyi durum búza fajta szárszilárdság mutánssal történő keresztezésből származik.

Hollandia, Kína, India, Németország

Dísznövény mutánsok (levél és virág alakja, színe, mérete, virágzásidő, hőigény)

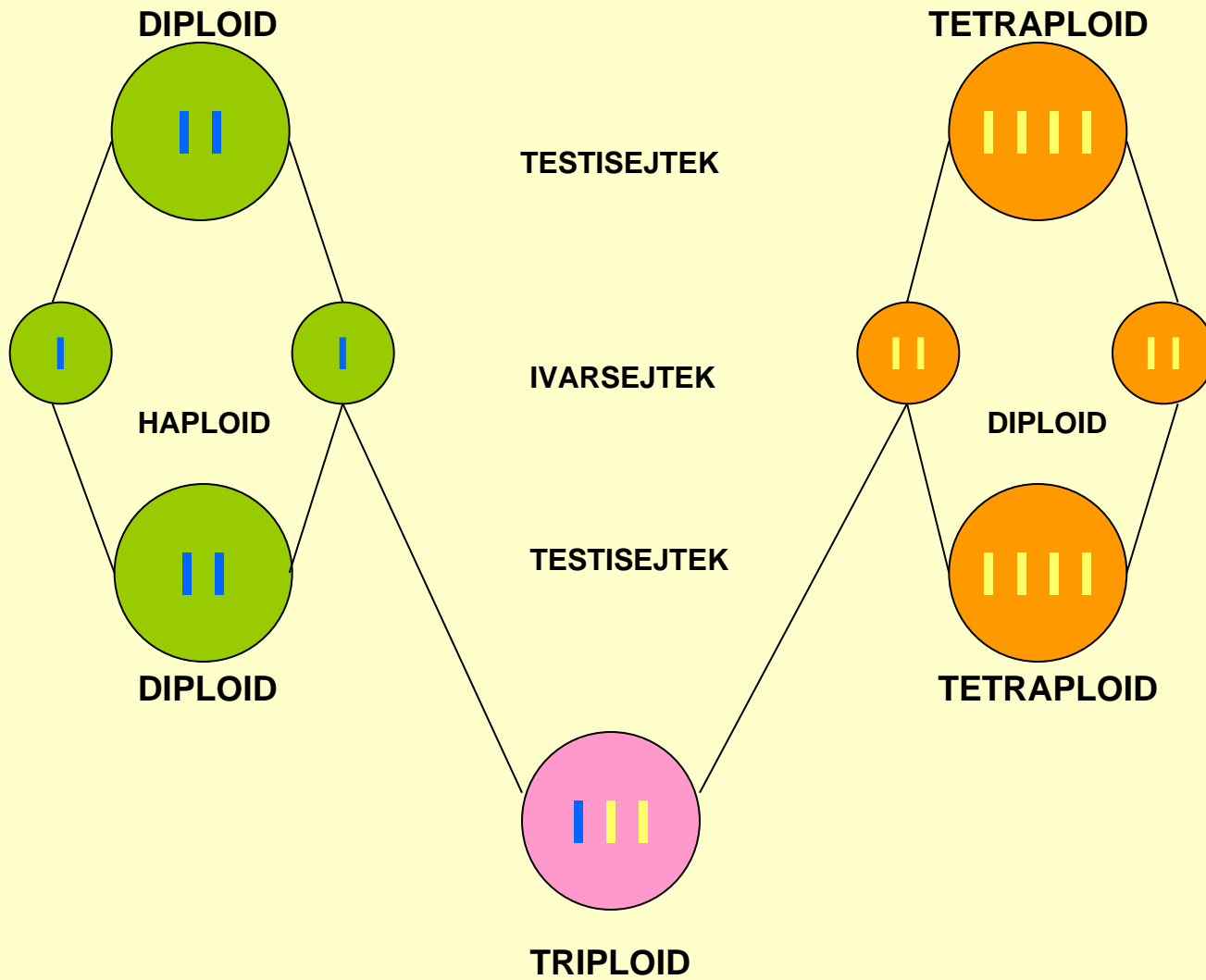
Poliploid nemesítési módszer

Poliploid: az egész kromoszóma szerelvény megsokszorozódása



Ploidfok kifejezése, kromoszomaszerelvények száma: x

TRIPLOIDOK ELŐÁLLÍTÁSA



A poliploidia nemesítési célú felhasználása a *kolhicin* felfedezésével, 1937-ben vette kezdetét.

A kolhicin az őszi kikerics (*Colchicum autumnale*) gumójából és magvából előállított alkaloida, kémiai képlete: C₁₂H₂₆O₆N.

Osztódáskor a meiózisban a magorsó-fonalak működését gátolja.

Ezáltal a homológ kromoszómák nem válnak ketté, és vándorlásuk a sejt pólusaira, illetve a sejtfalképződés nem következik be.

Vagyis a kromoszómák megkettőződését nem követi a sejt osztódása. Ez az *endomitózis* jelensége. Eredményeképpen a sejtben a kromoszómaszám megduplázódik.

A növényvilágban gyakori: a vadon termő növények 1/3-a

Keletkezésük szerint a poliploid fajok

Autopoliploid

$2n$ faj kromoszóma száma megsokszorozódott

autotetraploid: négy homológ kromoszómája van

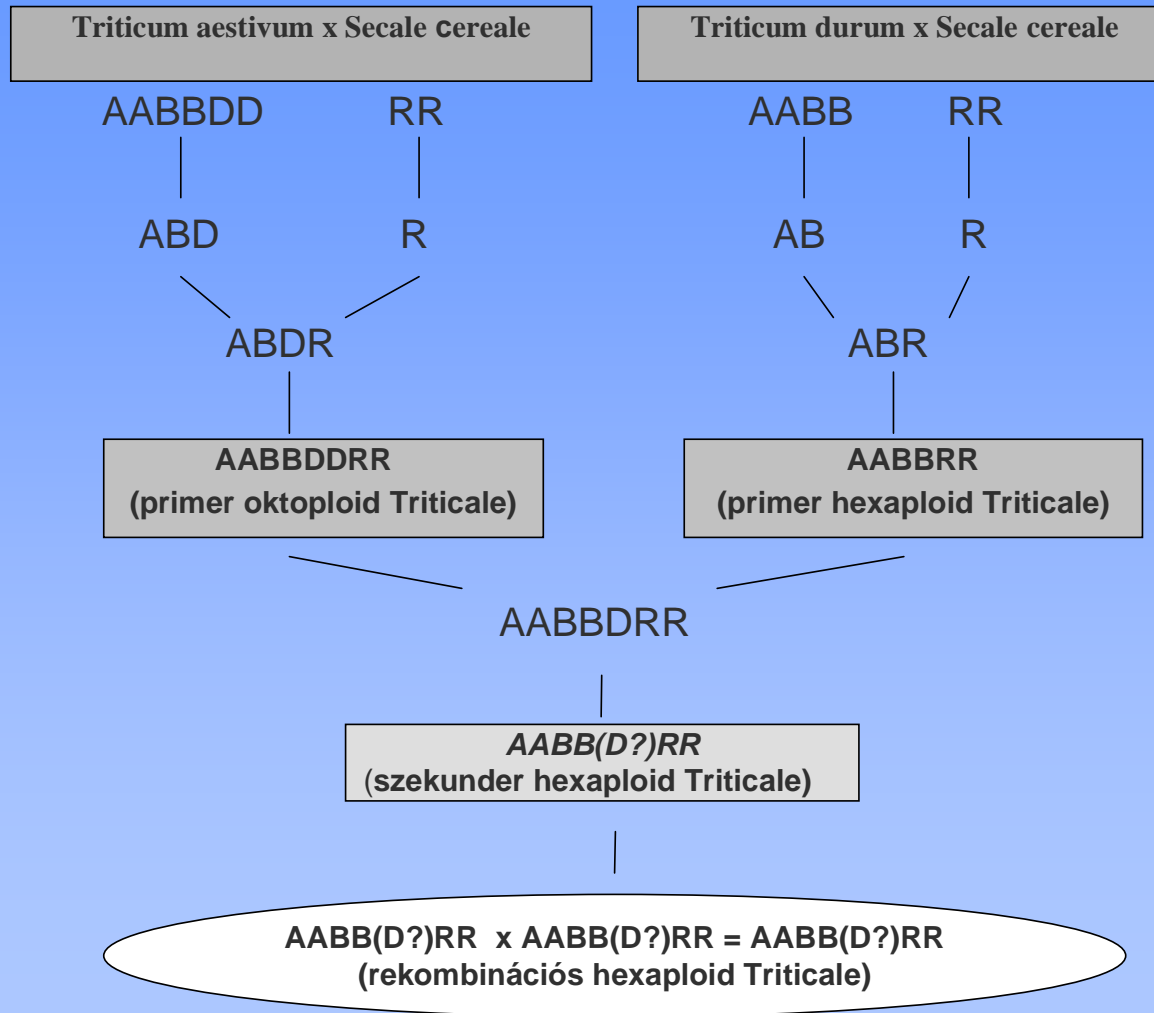
Allopoliploid

allotetraploid: két $2n$ keresztezésből ered

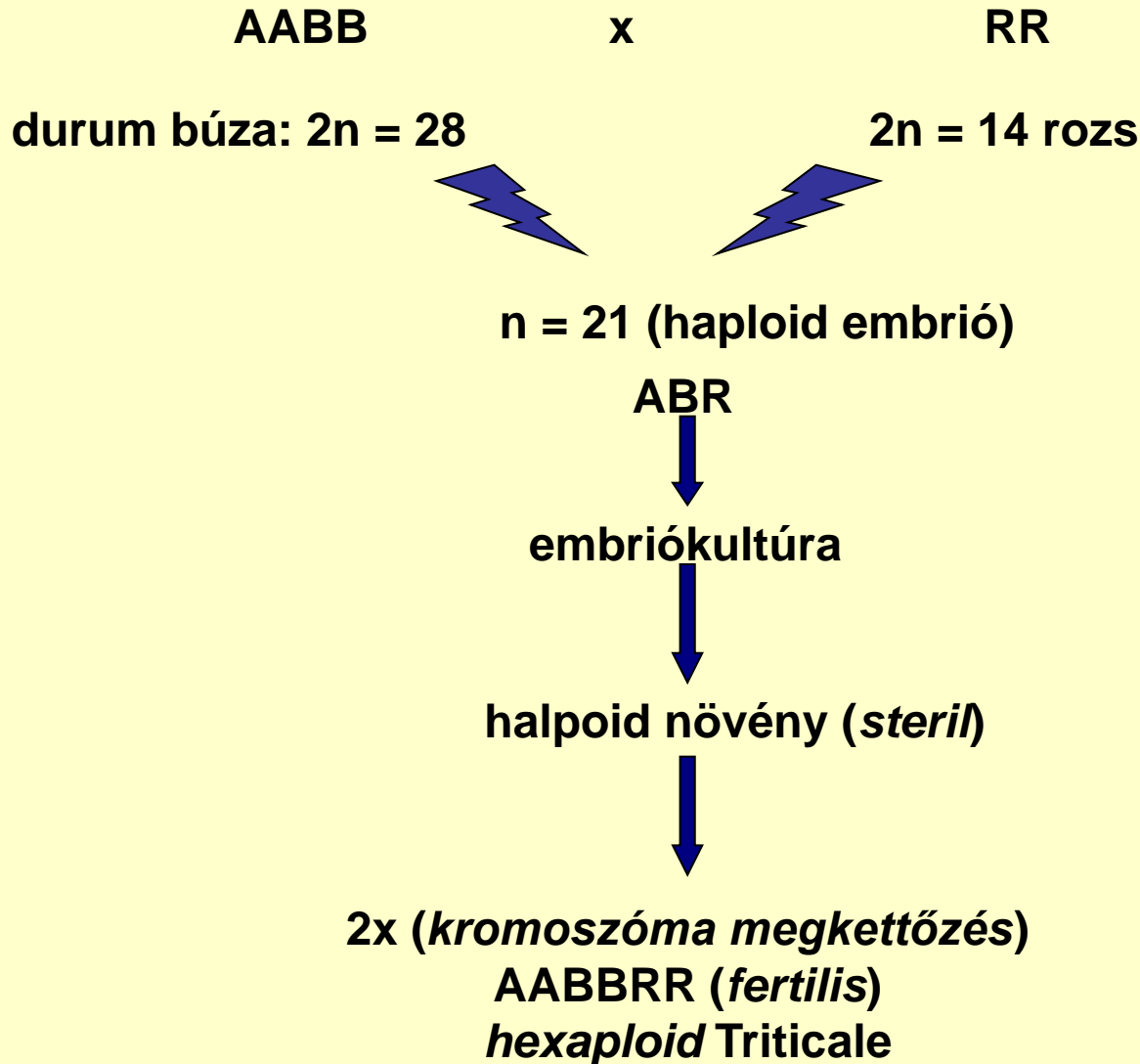
e hibrid meiózisában a kromoszómák (homológia hiánya miatt) nem párosodhatnak, az ilyen hibrid steril

ha azonban a steril hibrid kromoszómáit megduplázzuk fertilis növény

A rekombinációs hexaploid tritikálé (HUNGARO) előállítása



Allopoliploid *Triticale* (AABBRR)



A természetes poliploidok mezőgazdasági jelentősége

- ***Triticum* nemzetség poliploid sora**
- **Gyapot, burgonya, Brassica-fajok, lucerna, füvek**
- **Gyümölcs fajok: szamóca, alma, körte, banán (triploid)**
- **Dísznövények: tulipán, jácint, dália, stb.**

Előadás összefoglalása

Idegentermékenyülők hibridnemesítése

Beltenyésztett vonalak előállítása

Beltenyésztett vonalak előállításának módszerei

Hibridtípusok

Öntermékenyülők hibridnemesítése

Mutációs nemesítés

Poliploid nemesítési módszer

Előadás ellenőrző kérdései

- Sorolja fel a hibridtípusokat genetikai összetételük szerint.
- A mutációs nemesítésnek melyek a fontosabb jellemzői?
- Hogyan történik a hibrid búza előállítása?
- Mik a jellemzői a poliploid nemesítésnek?

KÖSZÖNÖM FIGYELMÜKET

KÖVETKEZŐ ELŐADÁS CÍME

A biotechnológia és növénynevelés kapcsolatrendszer

Előadás anyagát készítették:

Dr. Pepó Pál