

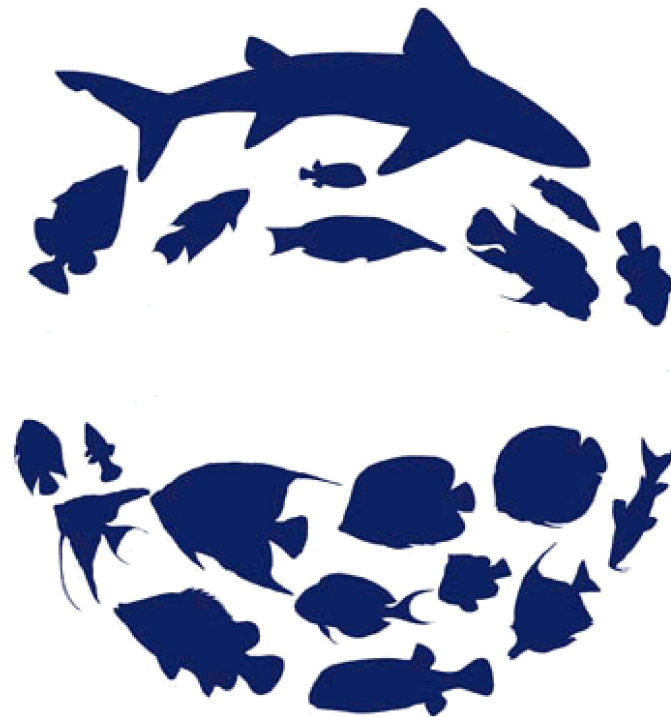
Tradicionális halgenetika és a genetikai markerek

Dr. Balázs Kovács

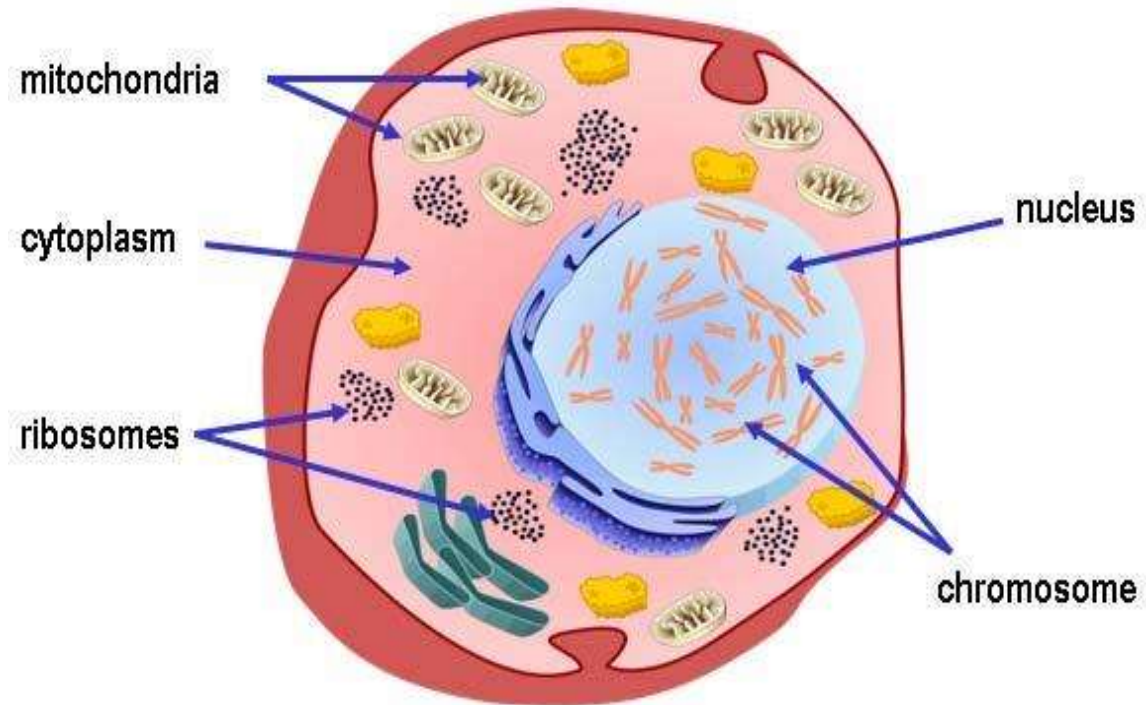


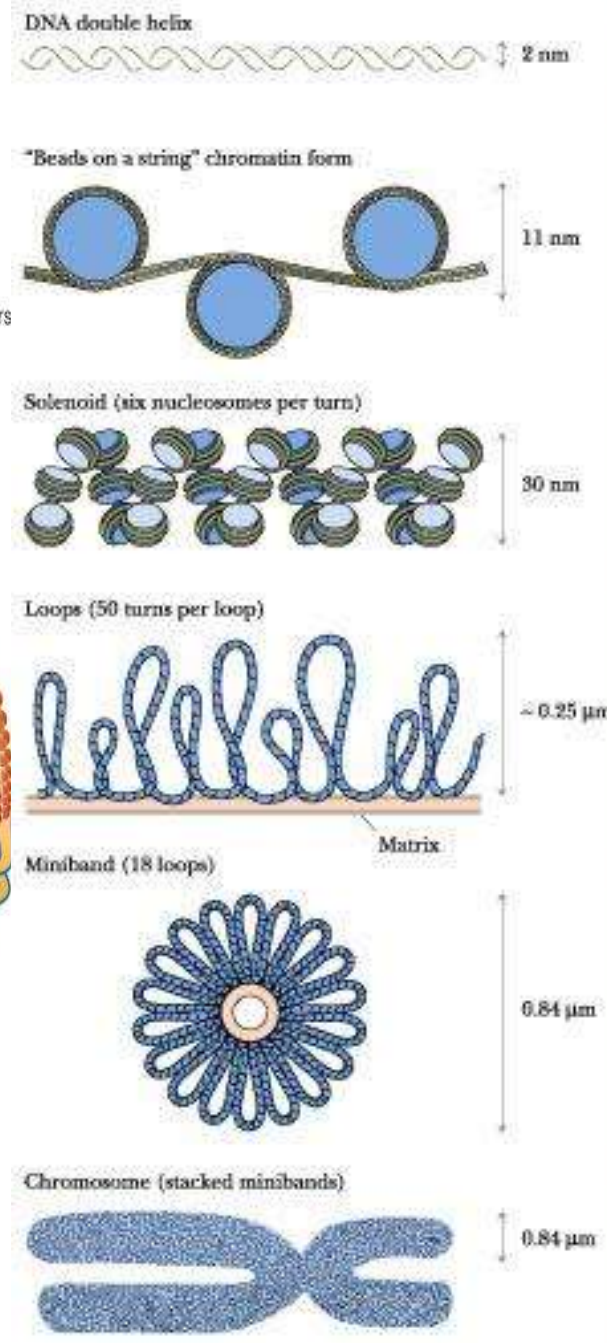
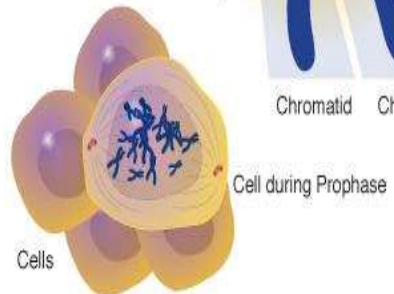
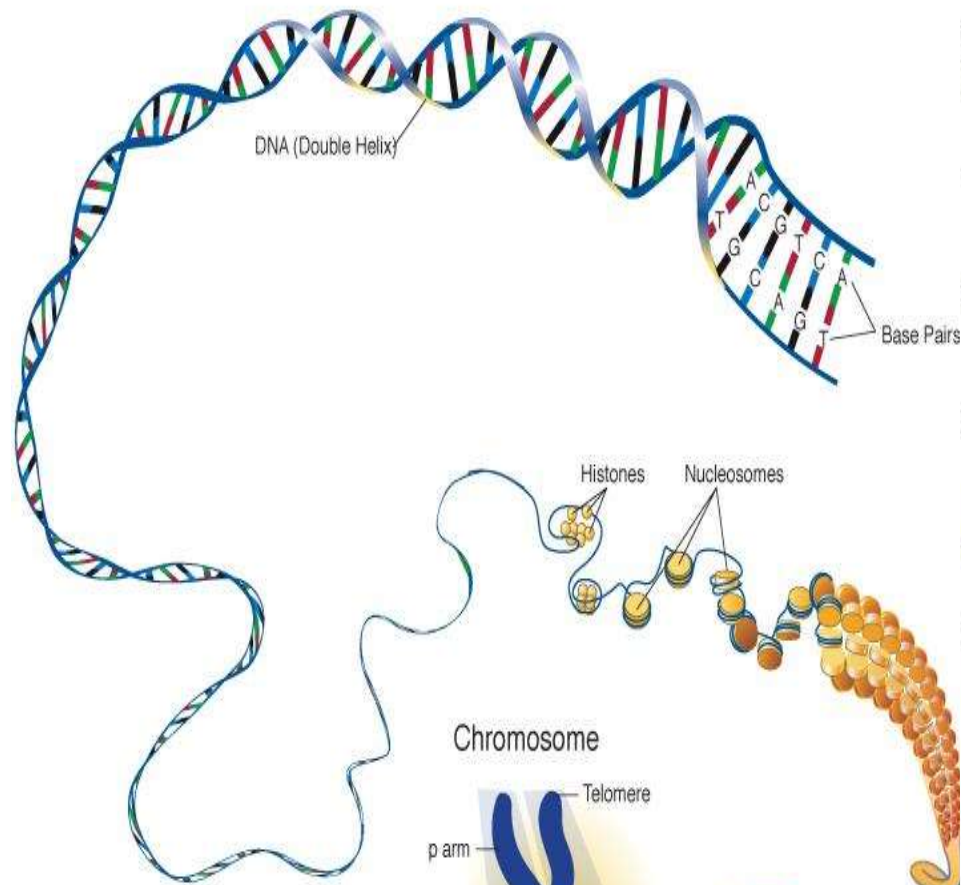
Fogalmak 1.

- Genetika
- Fenotípus
- Genotípus
- Örökítő anyag
- Genom
- Kromoszóma
- Gén
- Allél
- Egyed
- Populáció
- Faj
- Fajta



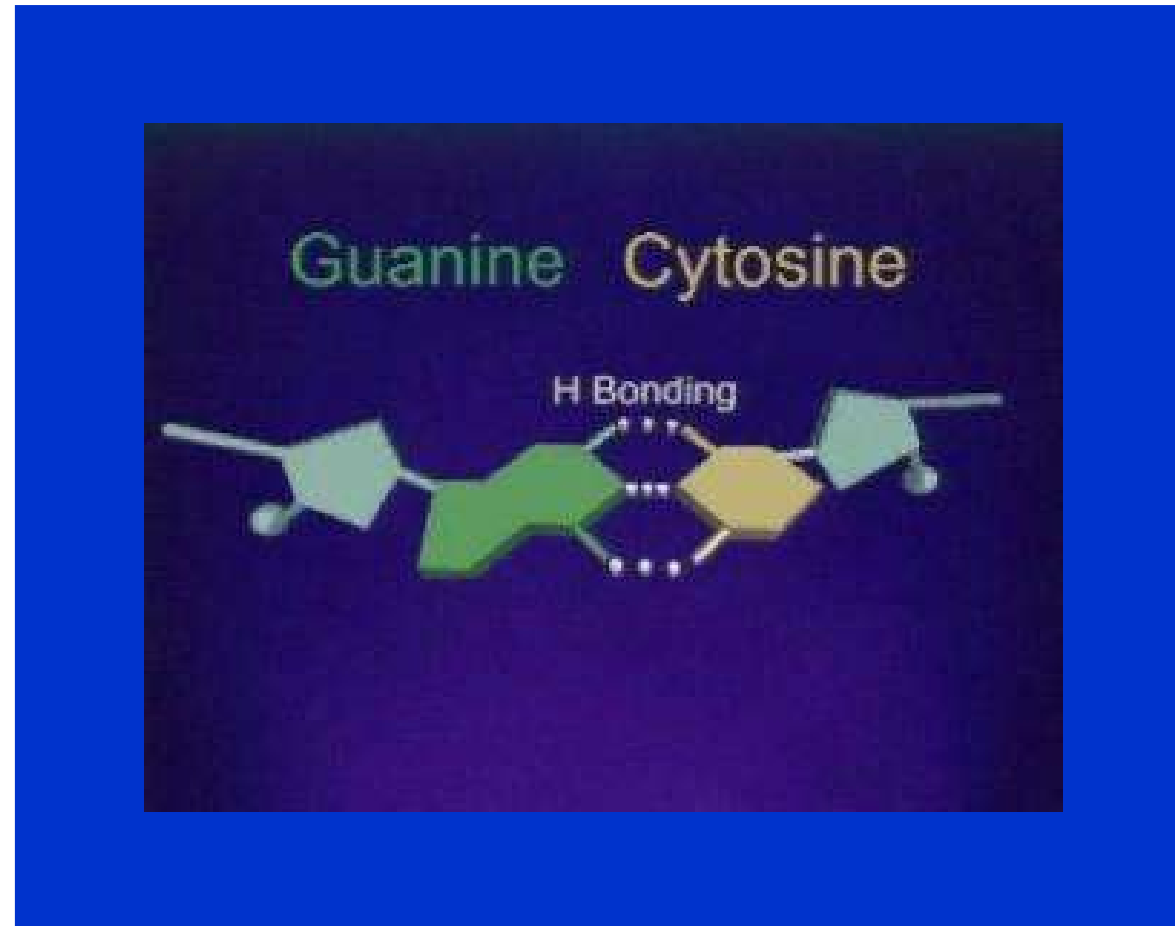
Genom struktúra 1.





Base pairs per turn	Packing ratio
10	1
80	6-7
1200	~40
60,000	680
-1.1×10^6	1.2×10^4
18 loops/miniband	1.2×10^4

Genome struktura 2.



Genome struktura 3.

- Egy sejtmag per sejt
- Két kromoszóma készlet per sejt
- Lemásolóik, amikor a sejt osztódik
- Mendeli öröklődés
- rekombináció
- Nagy méret/ bázispár milliárdok
- ~30 ezer gén
- ~1-3% kódoló régió
- ~1-2% szabályzó régió

Halak genetikai háttere

- A gerincesek leg változatosabb csoportja
- ~ 30,000 különböző faj.
- Evolúciósan 3 különböző csoport

•*Agnatha* (nyálkahalak, ingolák)

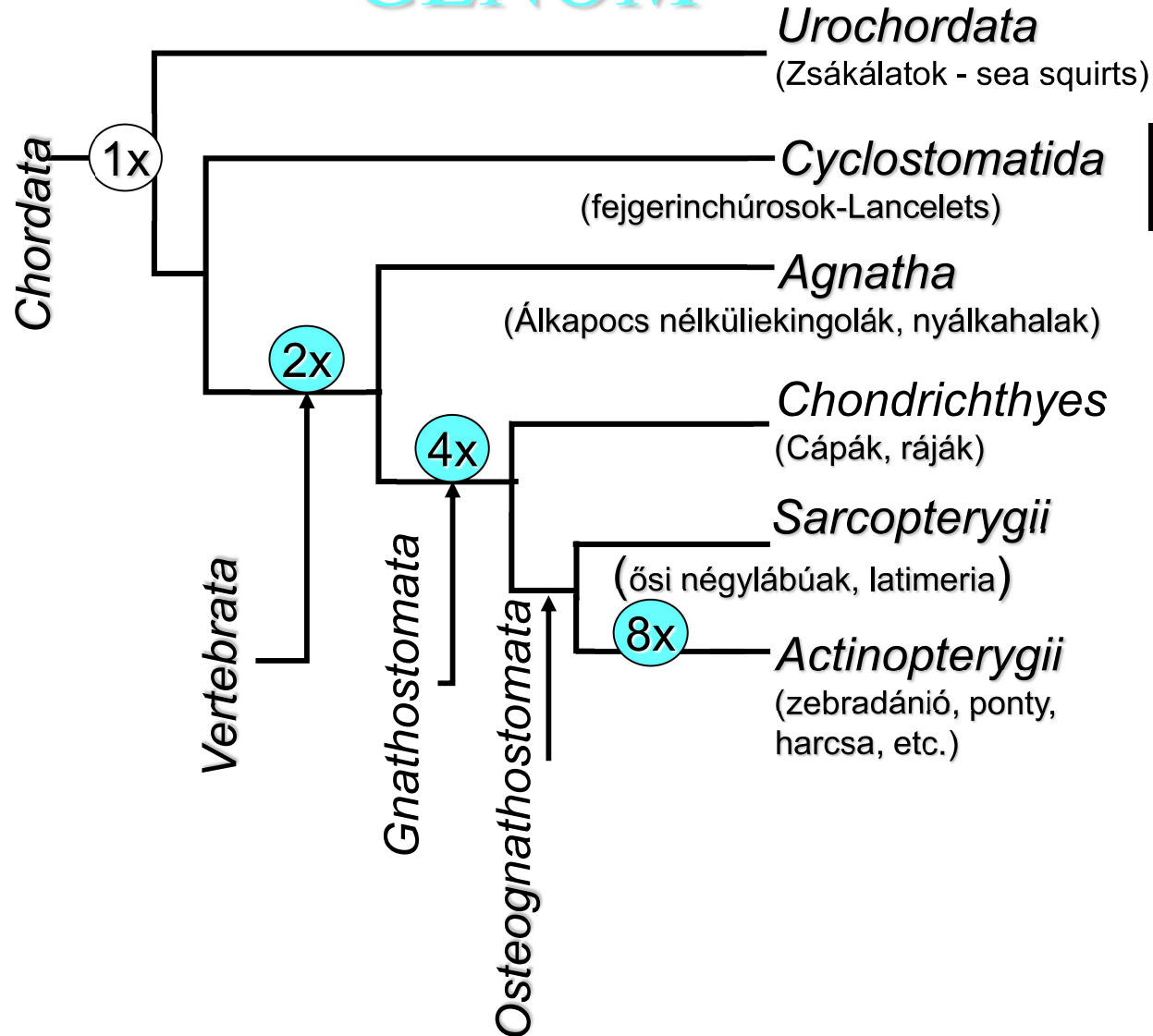
•*Chondrichthyes* (porcos halak– cápák, ráják)

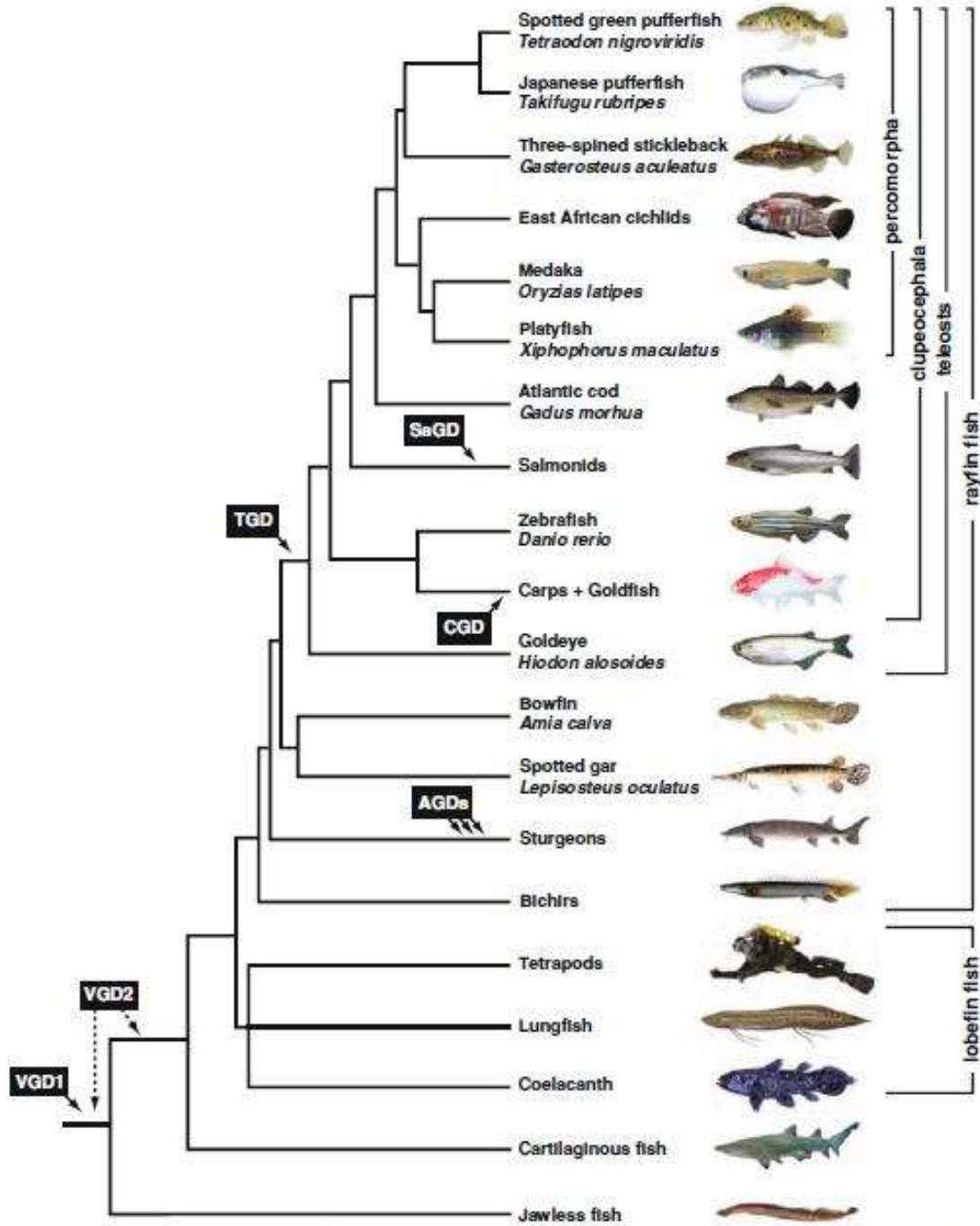
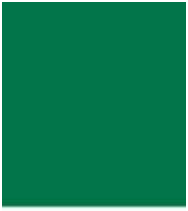
•*Osteichthyes* (csontos halak- ponty, zebraadánió)



Genom duplikációk halaknál

GENOM

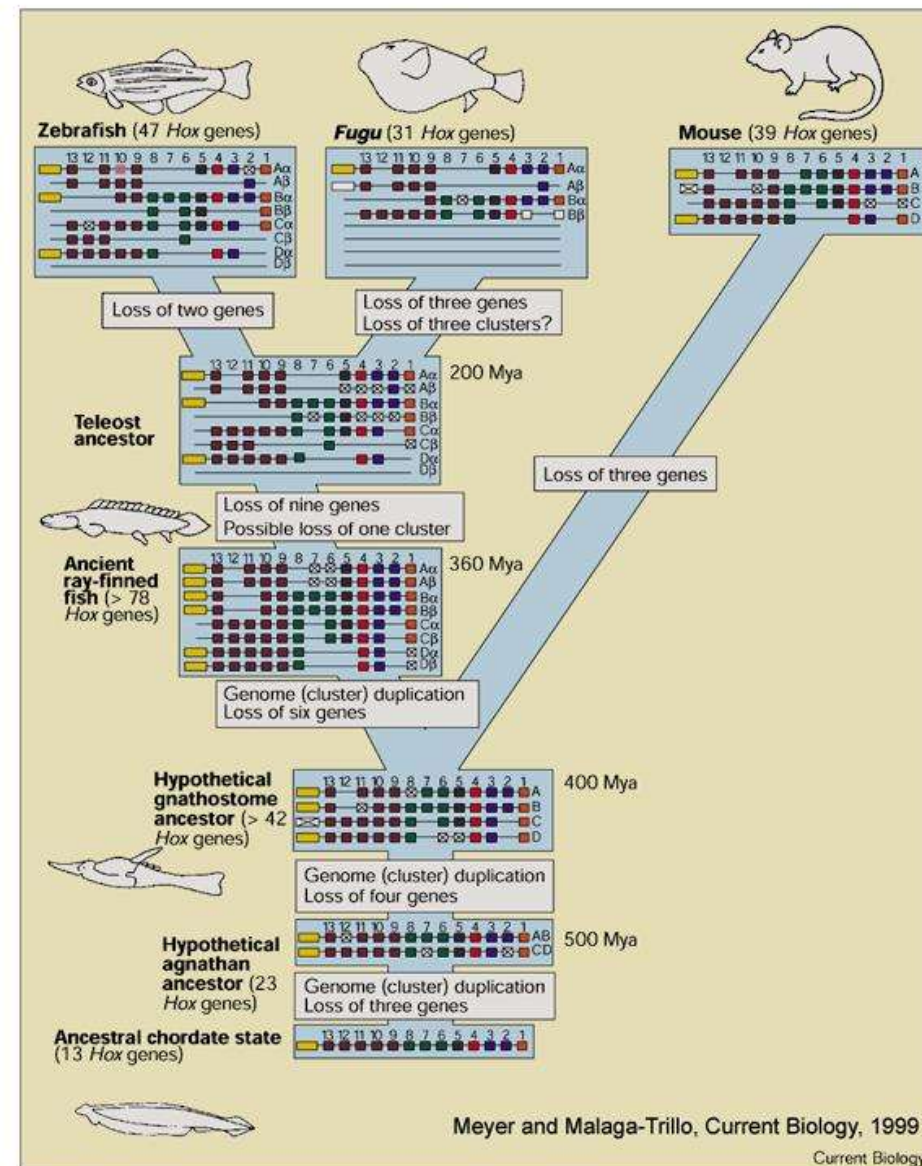




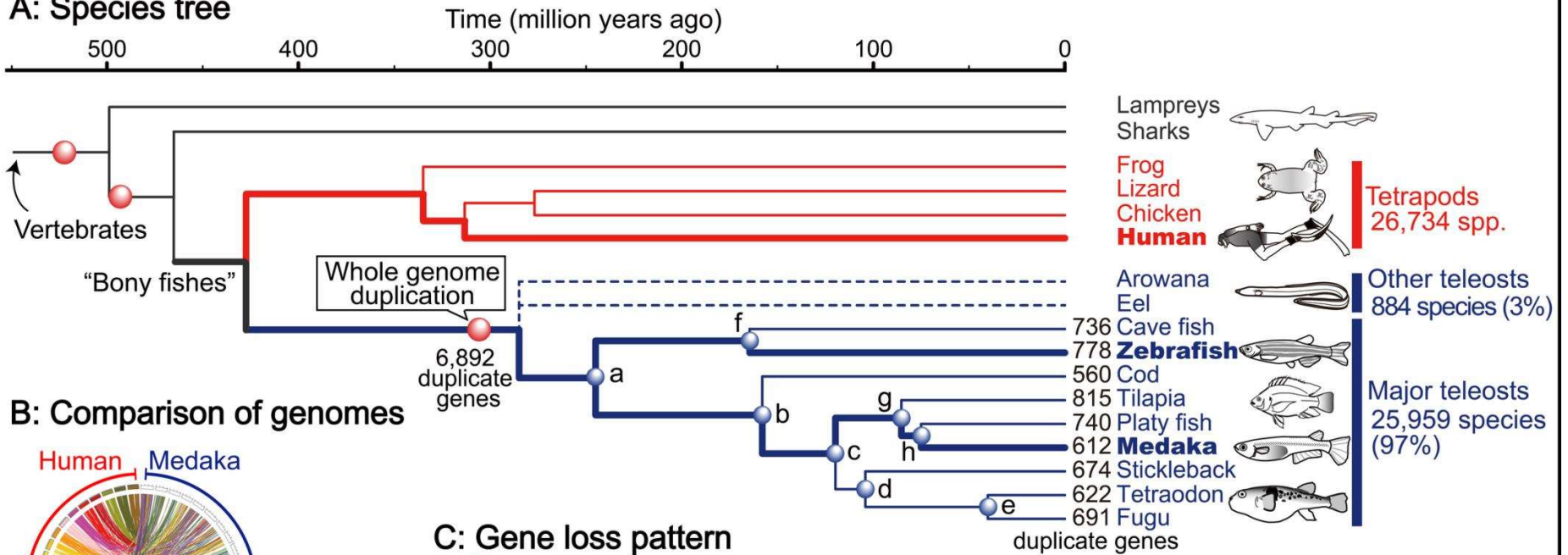
Halak genetikai háttere

A halaknak több génje van?

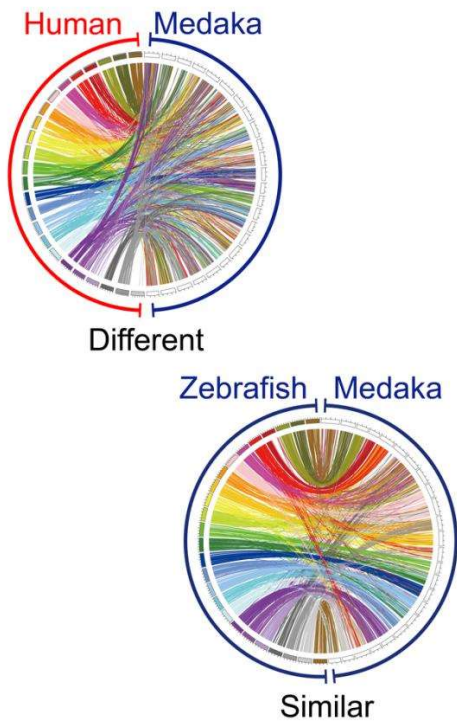
A HOX gének és klaszterek változása az evolúció során



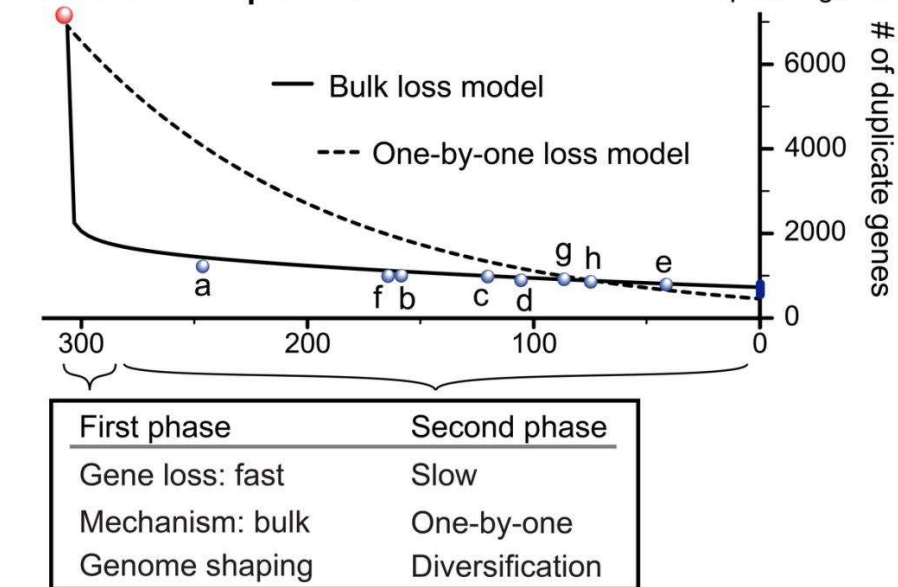
A: Species tree



B: Comparison of genomes



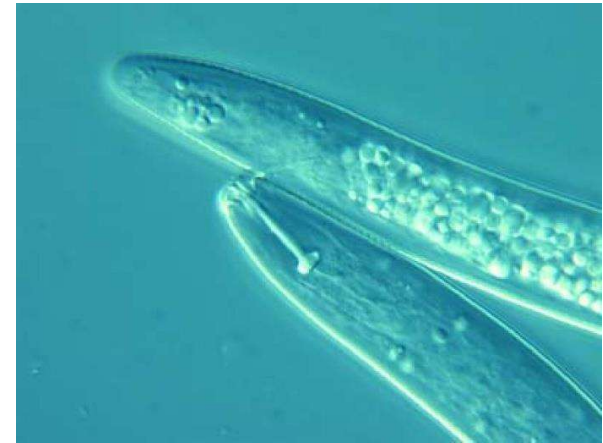
C: Gene loss pattern



Genomok mérete 1.

A legkisebb állati genom mérete :0.02pg

Növényi parazita nemtóda
(*Pratylenchus coffeae*),



Az emberi genom mérete: 3.5pg

(*Homo sapiens*)



Genomok mérete 2.

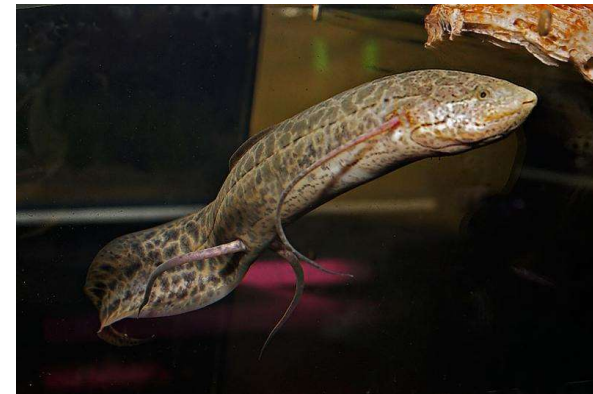
A legkisebb gerinces és hal genom mérete: 0.35pg

Zöld pöttyös bőröndhal
(*Tetraodon fluviatilis*)

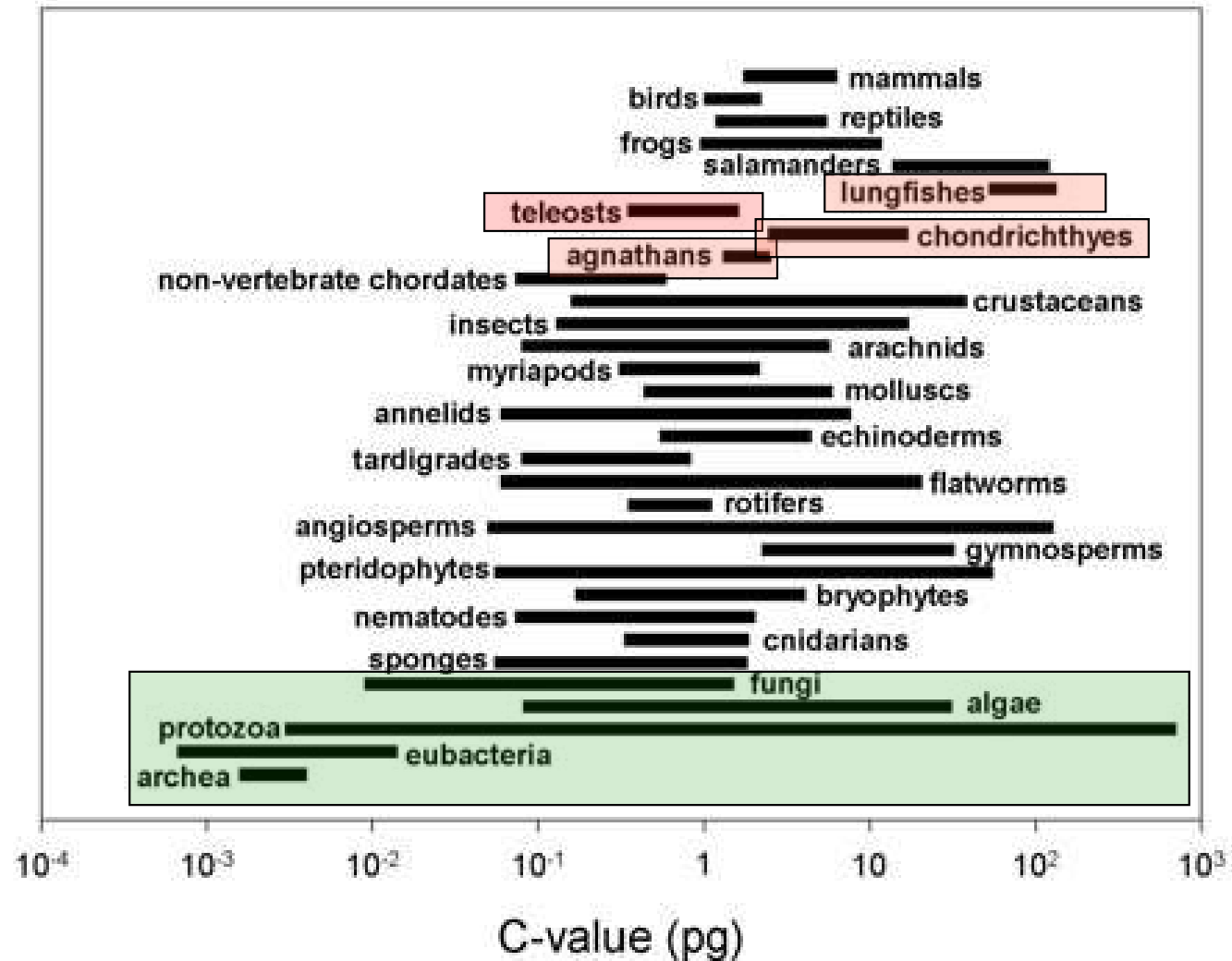


A legnagyobb állati genom és hal genom mérete: 132.83pg

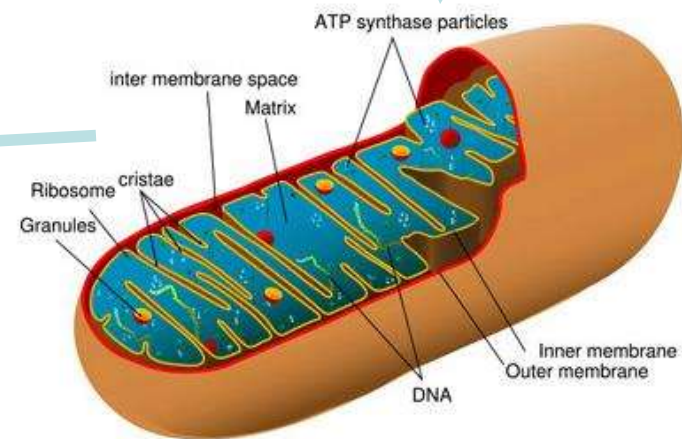
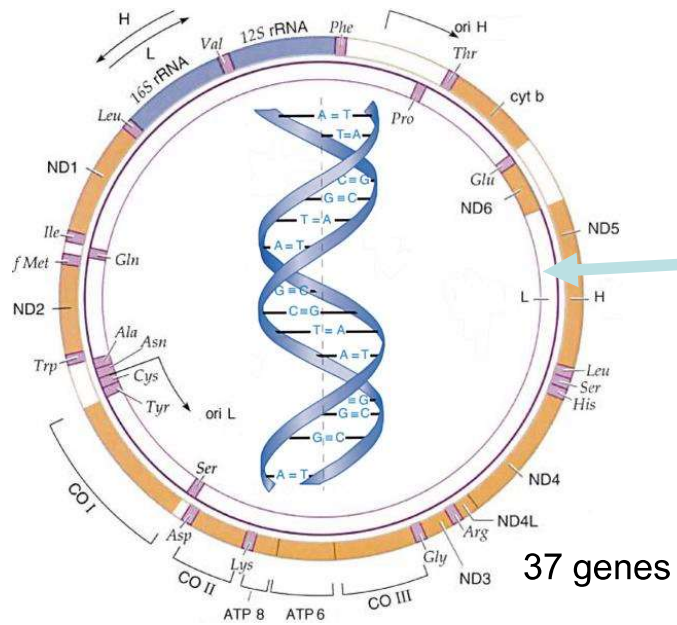
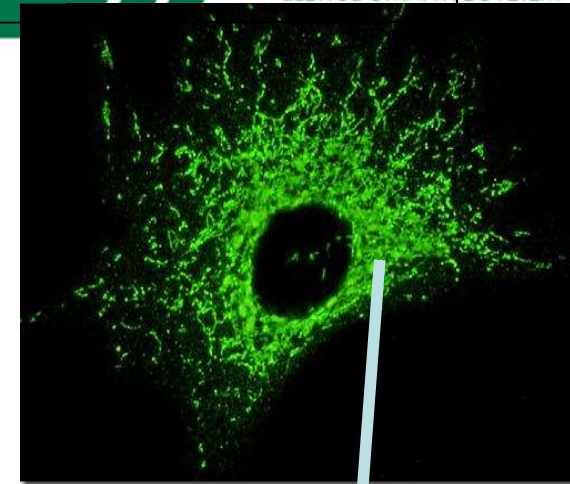
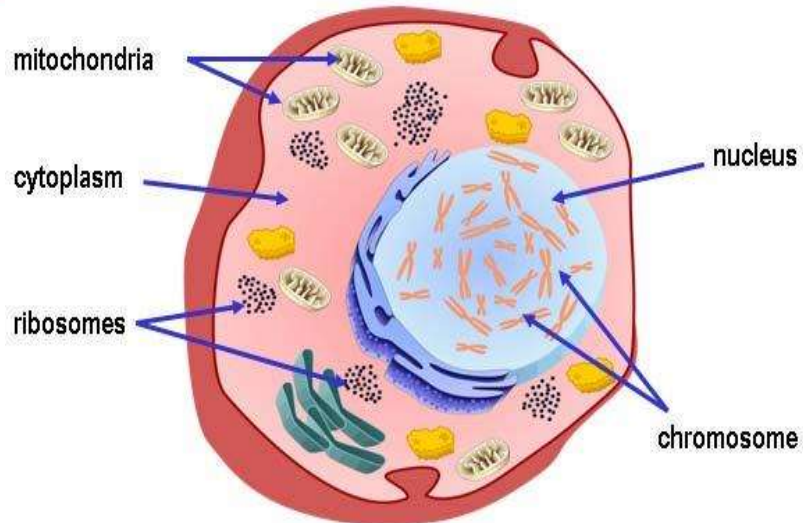
Márványos tüdőshal
(*Protopterus aethiopicus*)



Genomok mérete 3.



Mitokondriális DNS 1.

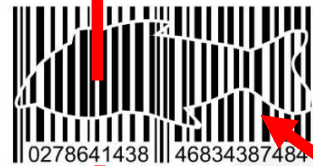


Mitokondriális DNS 2.

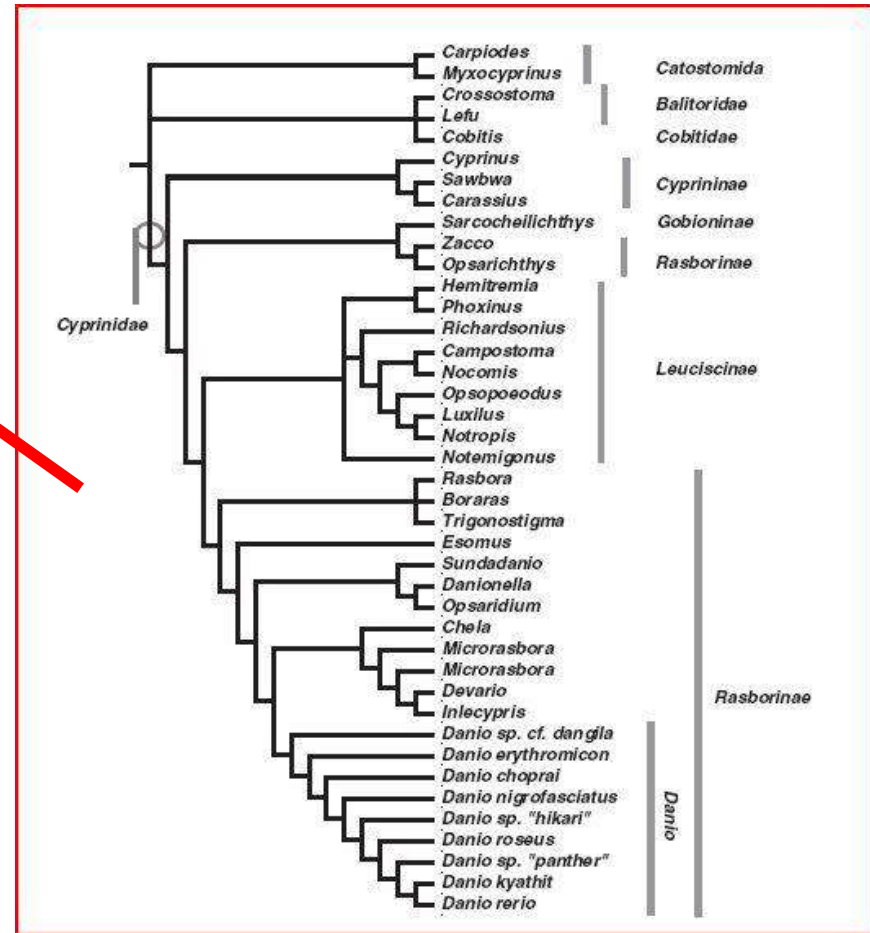
- Több ezer mitokondrium per sejt
- Sejtmagtól független másolás
- Kör alakú molekula
- Anyai öröklődés menet
- Nincs rekombináció
- Kis méret/16-17 ezer bp (egy bakteriális genom1%-a)
- 37 db gén

Bárkódolás 2.

Faj azonosítás



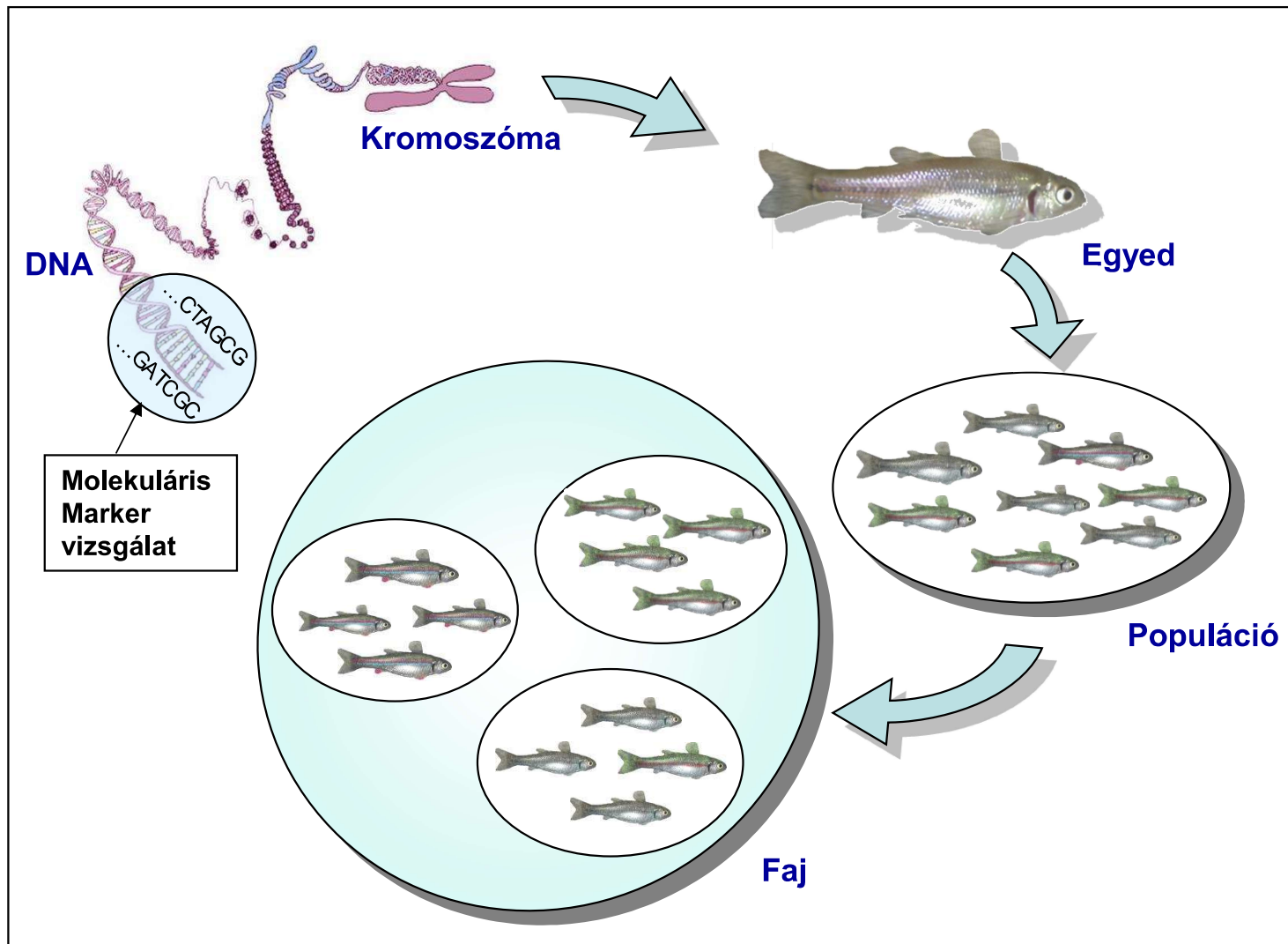
Szekvencia adatbázis
5403 faj bárkódja
elérhető



Taxonomy

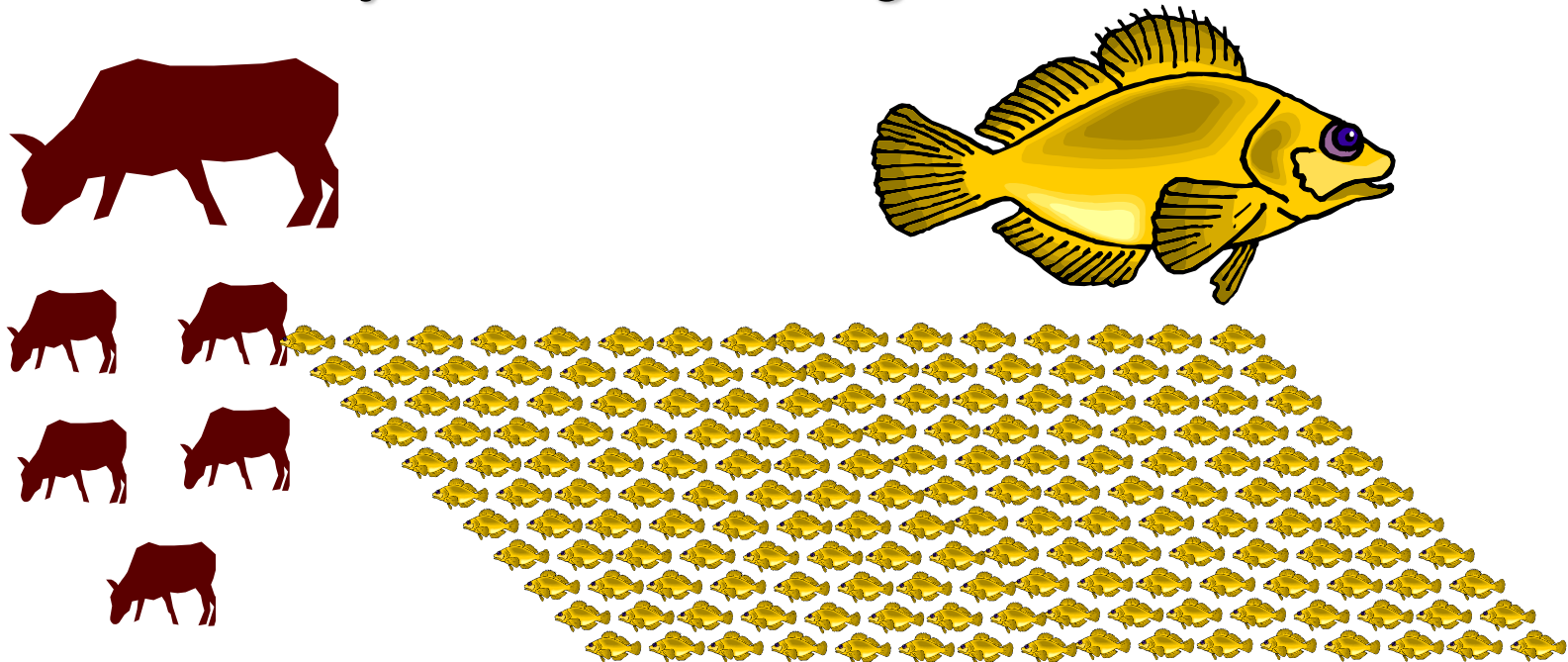
<http://www.fishbol.org/>

Molekuláris populáció genetikai- eltérő nézőpont



Halak tenyésztési szempontból jelentős tulajdonságai 1.

- Külső megtermékenyítés
- Külső egyedfejődés
- Nagy mennyiségű ivartermék
 - Hozzájárulás az utód generációkhoz



Genetikai változékonyság :

- Populáció genetikai fogalom.
- A fajok **alkalmazkodó képességét** határozza meg
- Allélok számával, és a kialakítható **kombinációk** számával fejezhető ki

Pl. : 1gén 10 allél → 2 allél / egyed → 55genotípus
30 e gén XX allél → ??? Genotípus

Mindez az **előnytelen**, **semleges** vagy **előnyös** genotípusok megjelenésével valósul meg.

Pl.: albinizmus

Genotípus = Genetikai Változat

Domináns - recesszív gén hatás



Albinizmus

Recesszíven öröklődő
genetikai rendellenesség



Inheritance of Long Fins in

Ornamental Koi Carp

Dominant mutation of one gene .

Fish with genotypes $LfLf$ and $Lflf$ have long fins,



Minőségi- Kvalitatív tulajdonságok 1.

Jellemzői:

- A környezet nem befolyásolja a megjelenését
- Klaszikus mértékegységekkel (Kg, Cm stb.) nehezen jellemezhetők
- Megjelenési formák jól elkülönülnek (nem fokozatos az egyiktől a másikig) – **Diszkontinuens**
- Nemzedékről nemzedékre jelentkeznek a formák
- Egy vagy csak néhány gén határozza meg
- Többnyire a mendeli genetikával leírható az öröklődésük
 - ❖ Intraallélikus
 - ❖ Interallélikus

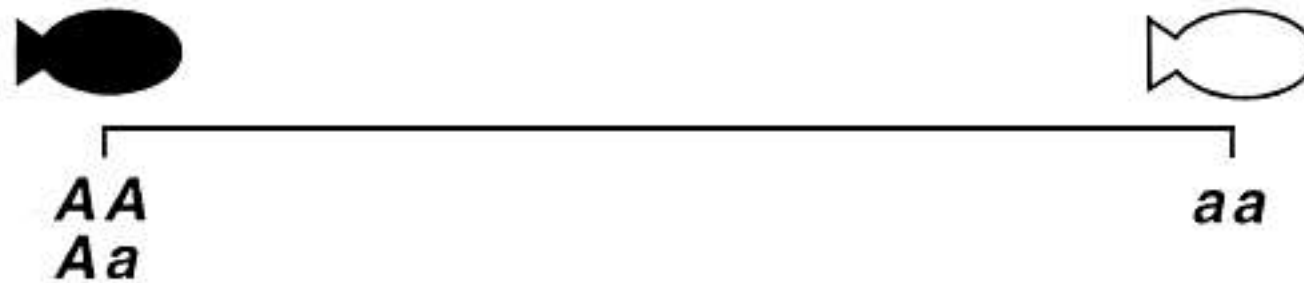
- Gazdasági jelentőségük az esetek többségében alacsony

Ide tartoznak: színek, farokúszó formák, pikkelyezettség

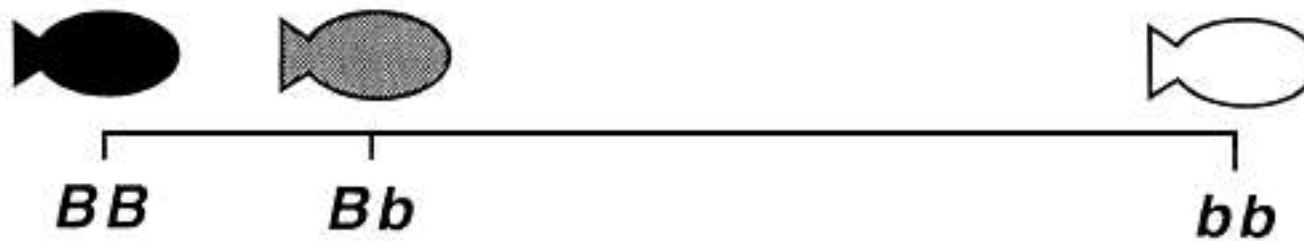
Minőségi- Kvalitatív tulajdonságok 2.

- Felhasználásuk: Jól nyomon követhető (pl.: vércsoport faktorok)
 - beltenyésztettség
 - heterozigotitás
- Egyes tulajdonságok kifejeződése és kapcsoltságuk más termelési tulajdonságokkal fontos lehet
 - Pleiotróp hatás
 - Episztatikus hatás
- Akvarisztikában fontos: testszín, Úszóforma

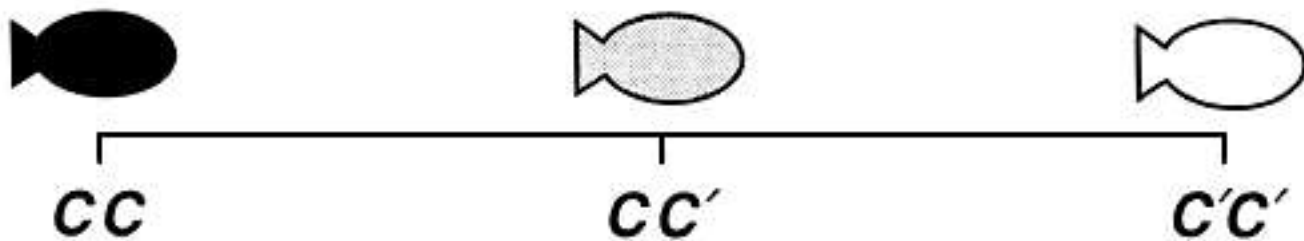
Teljes dominancia



Részleges dominancia

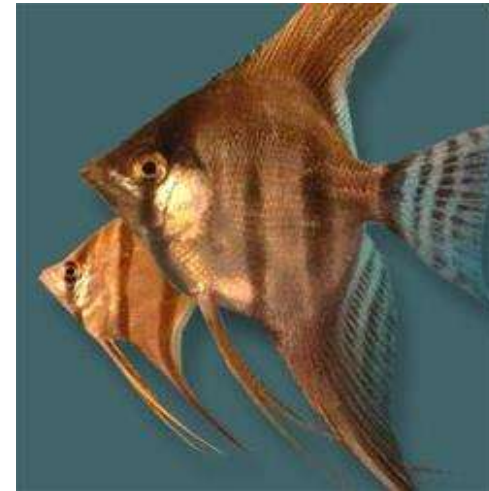
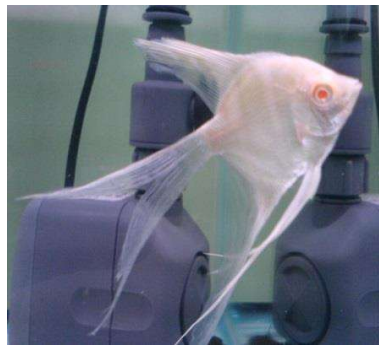


Intermedier öröklés



Inraallélikus öröklődés

- Dominancia viszonyok:
- Teljes dominancia (albínó fenotípust teljesen elnyomja a normál szinezet).



AA
Aa



aa

Példák tenyésztett halaink, egygénés, teljes dominanciát mutató fenotípusaira

Faj	Recesszív fenotípus	Domináns fenotípus
Ponty	kék	Normál színezet
	arany	Normál színezet
	szürke	Normál színezet
	Normál színezet	Világos sárga sáv a hátúszón; sárga szín a fejen
Nílusi tilápia	szőke	Normál színezet
	szirup	Normál színezet
	Világos színezet (rózsaszín)	Normál színezet
	Farok deformációs szindróma	Normál farok
	Normál színezet	vörös
Amúr	albinó	Normál színezet
Csatorna harcsa	albinó	Normál színezet
Szivárványos pisztráng	albinó	Normál színezet
	Irizáló metáلكék	Normál színezet

Inraallélikus öröklődés

- Dominancia viszonyok:
- Részleges dominancia:
- Expresszivitás: domináns alél mellett milyen mértékben jelenik meg a receszív.
- Penetrancia: a populációban milyen mértékben fordulnak elő részlegesen receszív egyedek

Oreochromis aureus.

MM sötét



Mm Foltozott



mm világos

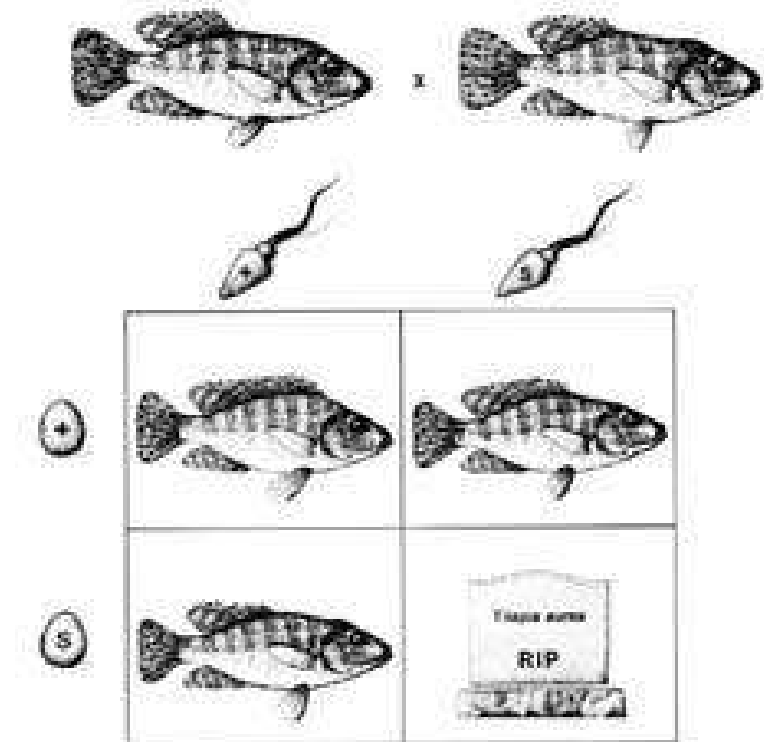


Intermediér inheritance

Oreochromis aureus- "nyergeshát"

(Tave *et al.* 2006; Auburn University ,
Israel)

- Domináns fenotípus (a homozigóta genotípus letális)
- Heterozigóta forma:
 - Hátúszó deformitás
 - Csökkent túlélési arány (3 hónaposan 67%)
 - Stressz érzékenység



Intraallélikus öröklődés

- Dominancia viszonyok:
- Részleges dominancia:

<i>Faj</i>	<i>Domináns fenotípus</i>	<i>Heterozigóta fenotípus</i>	<i>Recessive phenotype</i>
ponty	letális	Világos szín	Normál színezet
Kék tilápia	letális	Nyerges hát (abnormális hátúszó)	normál
Mozambiki tilápia	Fekete (normális pigmentáció)	bronz	arany

Intraallélikus öröklődés

- Dominancia viszonyok:
- Feltételes dominancia: a dominancia megjelenése feltételhez kötött

- Pl.: Guppy Tigriscsíkos allél (Hím nemi hormonok?)

$X_t X_t$; $X_t X$ vagy XX



$X_t Y$

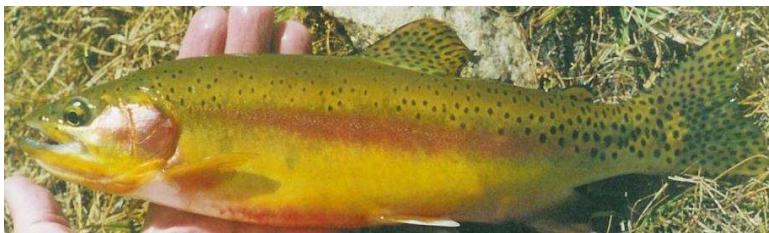


- Dominancia viszonyok:
- Szuperdominancia / Overdominancia:
- A heterozigóta genotípus fölényét mutatja a homozigótákkal szemben.
- Pl.: transzferin (vér fehérje) optimális működése:

Tf- a:	pH: 8
Tf- C:	pH: 7.6
Tf- a-C:	pH: 7,6- 8

Intraallélikus öröklődés

- Dominancia hiány :
 - **Kodominancia:** ahol mindkét alél fenotípusosan is megjelenik (pl: vércsoportok)
- **Intermedier hatás**
 - a.) adaptív hatás



palomino trout (golden rainbow trout x rainbow trout)

Intraallélikus öröklődés

- Dominancia hiány :
 - Kodominancia: ahol mindkét alél fenotípusosan is megjelenik (pl: vércsoportok)
- **Intermedier hatás**
 - b.) Mozaik hatás



Mendeli öröklődés

1. Uniformitás az első nemzedékben
2. Szegregáció a második nemzedékben
3. Független kombinálódás

Pl.:	Nílusi tilápia	arany szín / normál szín
	Aranyhal	teleszkóp szem/ normál szem
		arany-vörös / normál szín
		arany-vörös / Kék szín
	Ponty	normál / kék szín
		normál / arany szín
		normál / szürke szín
	guppy	normál párzó szerv / görbe párzószerv

Interallélikus öröklődés

Komplementer hatás: két vagy több gén határoz meg egy tulajdonságot (egy fenotípus)



Xiphophorus maculatus (Platty)

Vörös (vad típus)

$SS;RR$ $Ss;RR$ $SS;Rr$ $Ss;Rr$

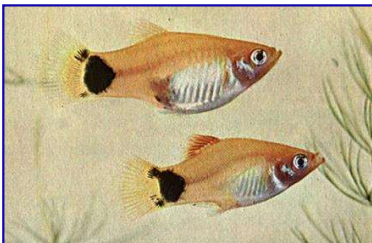


Arany

$ss;Rr$ $ss;RR$



Szürke $SS;rr$ $Ss;rr$



Ghost $ss;rr$

Interallélikus öröklődés

Episztázis: egy gén befolyásolja vagy elnyomj a másik hatását

Xiphophorus maculatus

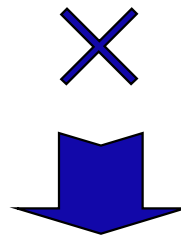


ff, SpSp

Xiphophorus helleri

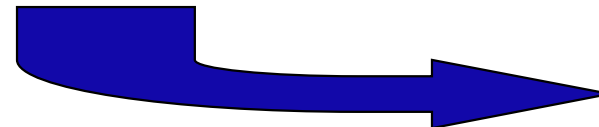


FF, spsp



sp – nincs folt
Sp – van folt

f – fekete folt
F – nagy fekete folt



Melanisztikus daganatok



Szín öröklés 1.

Pleiotrópia: egy gén több tulajdonságot határoz meg

Általában termelés kiesés

Ponty - kék szín

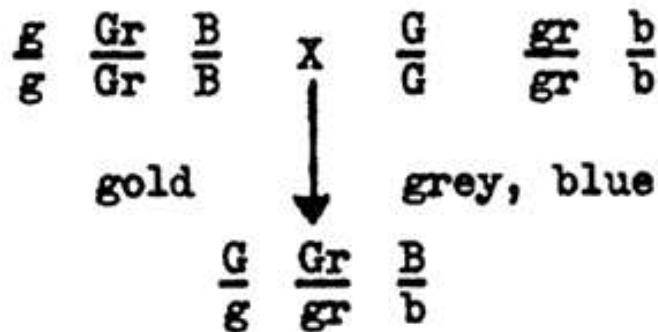
Szürke szín

Arany szín

Lineáris pikejezettség

Bőrponty

Ponty- pleiotróp hatás 3 recesszív
szín gén



Szintelen heterozigóták

Gr – szürke

B – kék

G – arany



Pleiotrop hatás

Rainbow trout– blue skin color– more varieties

Yamazaki 1974- Japan (cobalt blue)

- Obesity
- liver and kidney degeneration

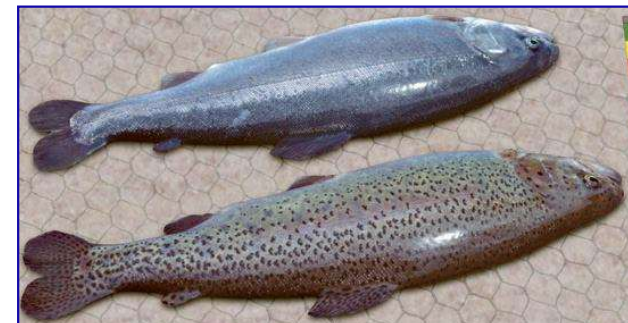


Kincaid 1975- Great Britain (iridescent metallic blue)

- Increased growth rate

Blanc, 2006- France (cobalt blue)

- 25% production deficit
- Lower survival rate
- Smaller body size



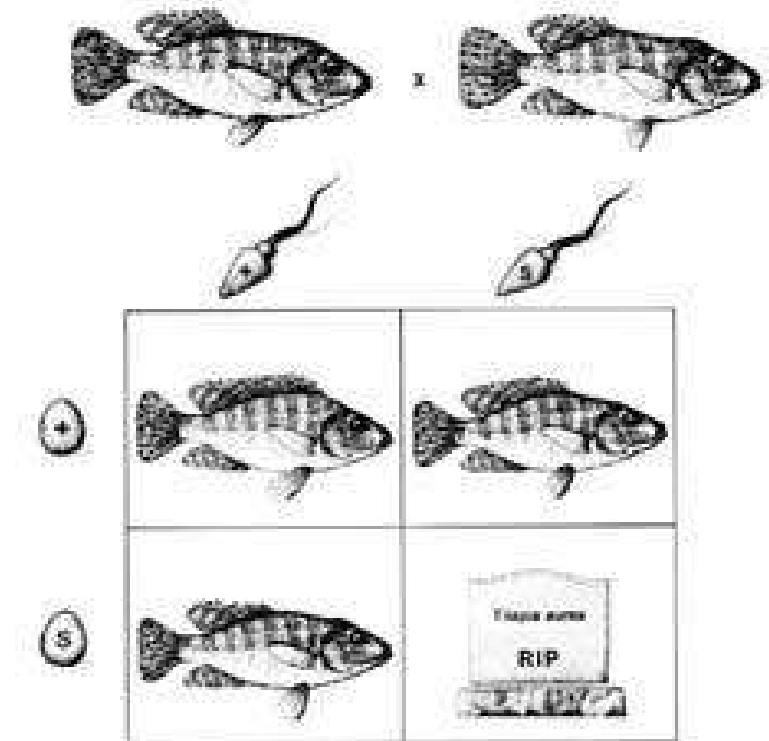
Pleiotróp hatás

Egy gén több nem összefüggő fenotípusos tulajdonság meghatározója

Oreochromis aureus-
"nyergeshát"

(Tave *et al.* 2006; Auburn University ,
Israel)

- Domináns fenotípus (a homozigóta genotípus letális)
- Heterozigóta forma:
 - Hátúszó deformitás
 - Csökkent túlélési arány (3 hónaposan 67%)
 - Stressz érzékenység



Interallélikus öröklődés

Letális gének:

Xiphophorus helleri - Simpson úszó



Szemiletális:

Xiphophorus helleri - Líra úszó



Ictalurus punctatus - albinizmus



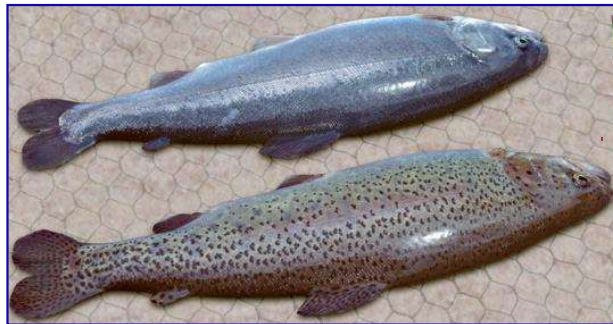
Xiphophorus helleri - Berliner mintázat



Interallélikus öröklődés

Nagyhatású gén – jelentős termelés növekedést okozó gének

Szivárványos pisztráng – fémeskék testszín – 25%



Módosító génhatások: Más gének által determinált hatást módosítják

Koi ponty – folt nagyság

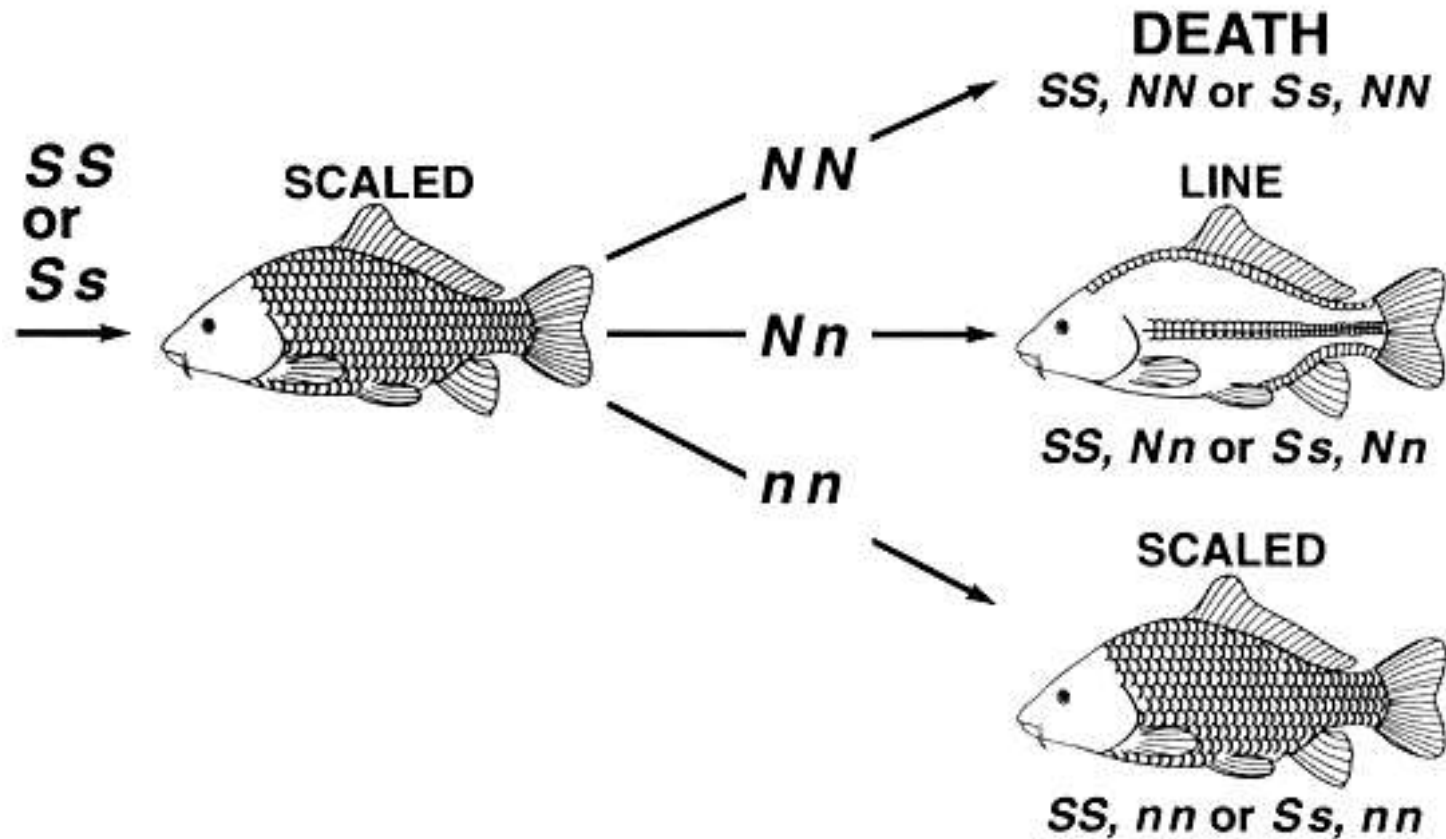
folt alak

szín intenzitás

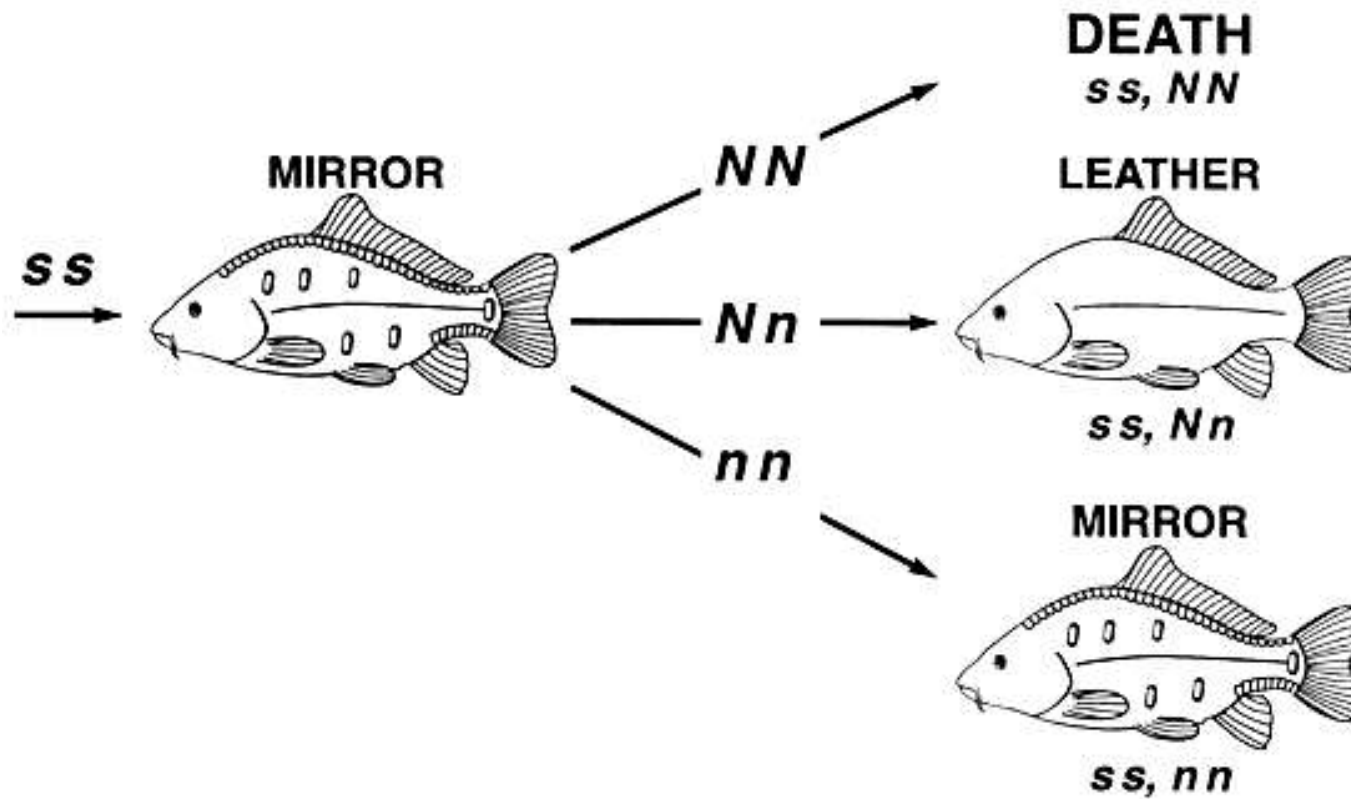
Kumulatív génhatás: Több domináns recesszív génhatás

Lazac hússzín (két gén - recesszív forma – fehér szín)

Kumulatív, Episztatikus, Pleiotrop gén hatás



Kumulatív, Episztatikus, Pleiotropil gén hatás



Mennyiségi- Kvantitatív tulajdonságok 1.

- **Gazdasági** jelentőségük nagy
- **Poligénese**s
- A **környezet** befolyásolja a megjelenésüket
- **Legtöbbször** klasszikus mértékegységekkel mérhetők (Kg, cm)
- Megjelenési formái **átmenetet** mutatnak a szélső értékek között
- Álományon belül nagy **változatosságot** mutatnak
- Öröklődési hatékonyságuk változó
- Megnyilvánulásuk valamilyen **eloszlást** követ
(legtöbbször normál eloszlás)

Mennyiségi- Kvantitatív tulajdonságok 1.

- Gazdasági jelentőségük nagy
- Poligéneselek
- A környezet befolyásolja a megjelenésüket
- Klasszikus mértékegységekkel mérhetők (Kg, cm)
- Megjelenési formái átmenetet mutatnak a szélső értékek között
- Álományon belül nagy változatosságot mutatnak
- Öröklődési hatékonyságuk változó
- Megnyilvánulásul valamilyen eloszlást követ
(legtöbbször normál eloszlás)

Mennyiségi- Kvantitatív tulajdonságok 2.

Ide sorolandók:

- Megmaradási arány
- Tömeg gyarapodás
- Tápanyag hasznosítás
- Vágóérték
- Húsminőség
- Ellenáló képesség
- Oocita szám
- Sperma minőség
- Sperma mennyiség
- Temékenyülés
- Hő tolerancia
- Só tolerancia
- Stesz érzékenység

Mennyiségi- Kvantitatív tulajdonságok 3.

Öröklődésük:

- Általában additív (összegző) módon öröklődnek
- Heterózis hatás jellemző
- Kapcsoltság tulajdonságok közötti korreláció jellemzi őket
- Jellemzésük örökölhetőség alapján történik (h^2)

Mennyiségi- Kvantitatív tulajdonságok 1.

- **Gazdasági** jelentőségük nagy
- **Poligének**
- A **környezet** befolyásolja a megjelenésüket
- **Legtöbbször** klasszikus mértékegységekkel mérhetők (Kg, cm)
- Megjelenési formái **átmenetet** mutatnak a szélső értékek között
- Álományon belül nagy **változatosságot** mutatnak
- Öröklődési hatékonyságuk változó
- Megnyilvánulásul valamilyen **eloszlást** követ
(legtöbbször normál eloszlás)

Mennyiségi- Kvantitatív tulajdonságok 2.

Ide sorolandók:

- Megmaradási arány
- Tömeg gyarapodás
- Tápanyag hasznosítás
- Vágóérték
- Húsminőség
- Ellenáló képesség
- Oocita szám
- Sperma minőség
- Sperma mennyiség
- Temékenyülés
- Hő tolerancia
- Só tolerancia
- Stesz érzékenység

Mennyiségi- Kvantitatív tulajdonságok 3.

Öröklődésük:

- Általában additív (összegző) módon öröklődnek
- Heterózi hatás jellemző
- Kapcsoltság tulajdonságok közötti korreláció jellemzi őket
- Jellemzésük örökölhetőség alapján történik (h^2)

Mennyiségi- Kvantitatív tulajdonságok 4.

A mennyiségi tulajdonságokra jellemző az állományon belüli nagy variancia

Mennyiségi tulajdonságok variancia komponensei:

V_p = A populáció teljes **fenotípusos** variációjának

V_g = fenotípus megjelenéséhez hozzájáruló **genotípusos** variancia

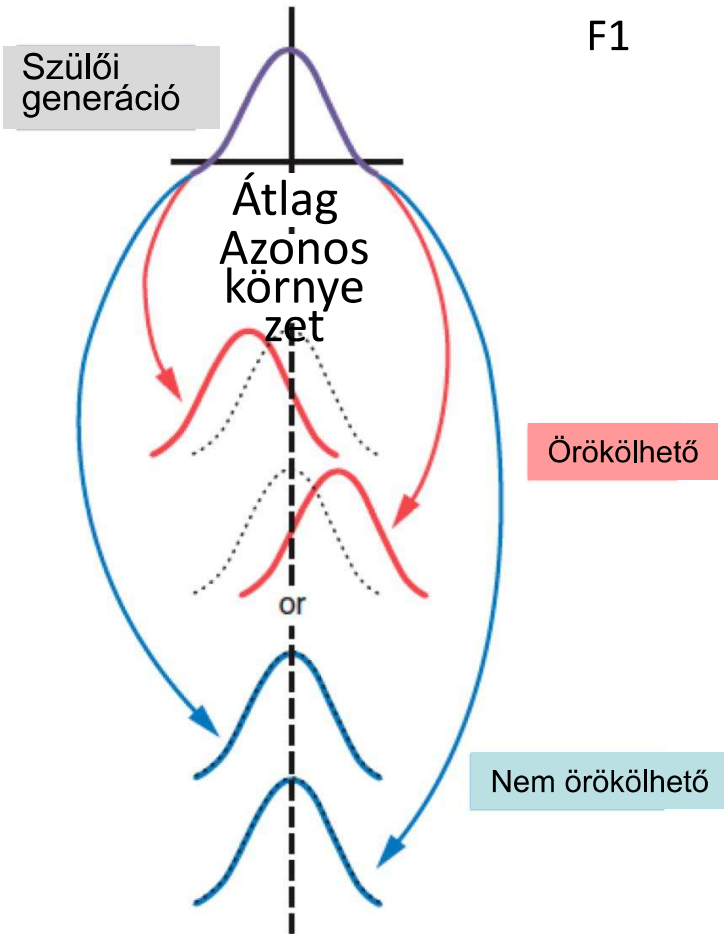
V_e = fenotípus megjelenéséhez hozzájáruló **környezeti** variancia

V_{ge} = a genotípus és a környezet **interakcióiból** származó variancia

$$\mathbf{V_p = V_g + V_e + V_{ge}}$$

A genetikai variancia további tényezői

- $V_g = V_a + V_d + V_i$
- V_a = **additív** génhatásokból származó variancia
 - Allélok hatásai összegződnek
- V_d = **domináns** génhatásokból származó variancia
 - Domináns allélok saját értékeiből
- V_i = **episztatikus** génhatásokból származó variancia
 - Különböző gének kölcsönhatásaiból interakciós variancia



F1

Szülői generáció

Átlag Azonos környezet

Örökölhető

Nem örökölhető

or

Egy tulajdonság örökölhetőségének vizsgálata szelekció hatásának nyomkövetésével

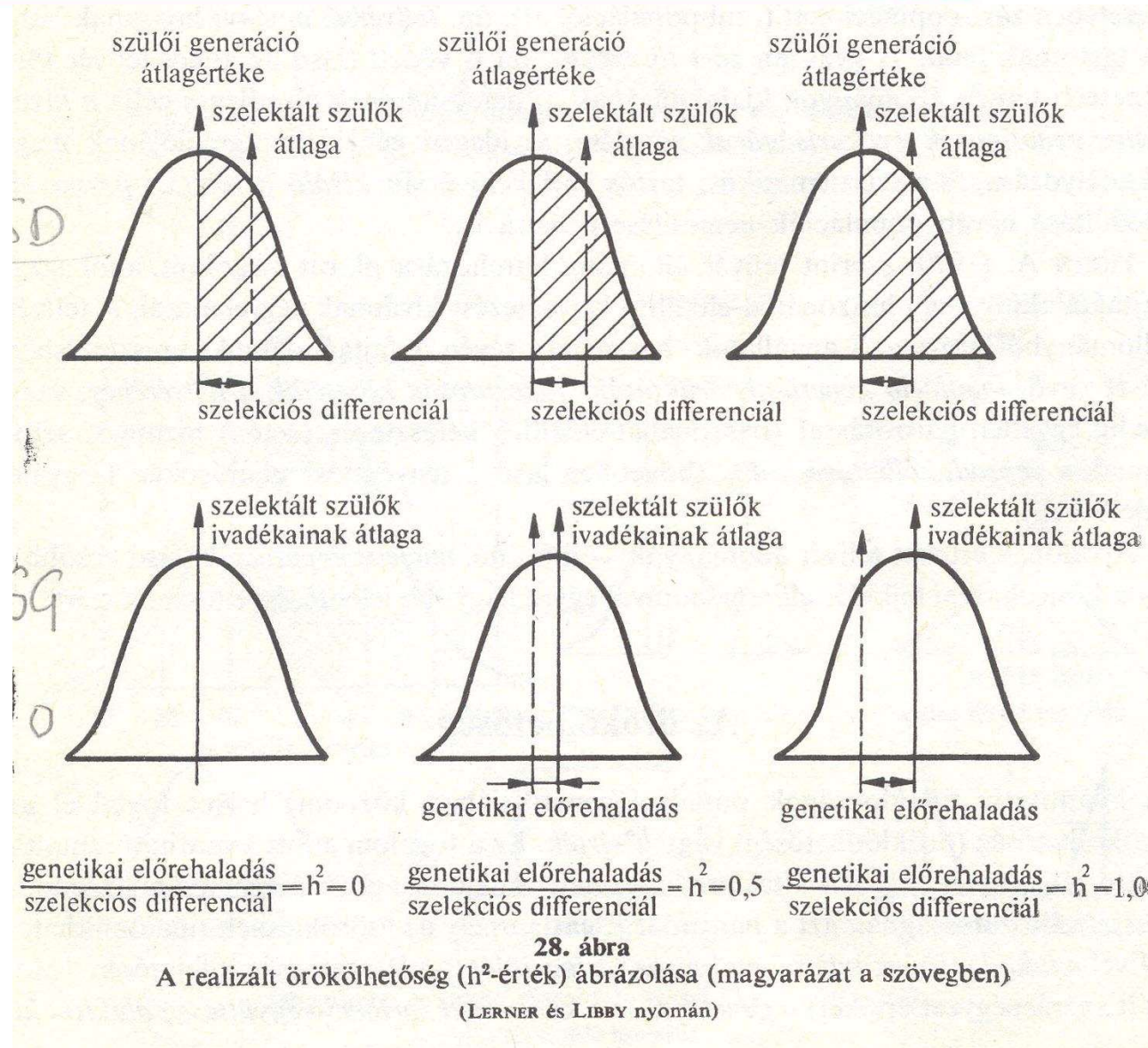
- A genetikában az **örökölhetőség** egy populáció **fenotípus variációjának** azon része, amely az egyedek **genetikai variációjának** tulajdonítható
- Koefficienssel jellemezhető (h^2)
 - 0-1 közötti érték (minél nagyobb a szülők és az utódok tulajdonságai közötti összefüggés annál nagyobb a szám)

$$h^2 = \frac{R}{S}$$

S = szelekciós differenciál (A teljes szülői populáció és a szelektált szülői csoport középértékeinek eltérése)

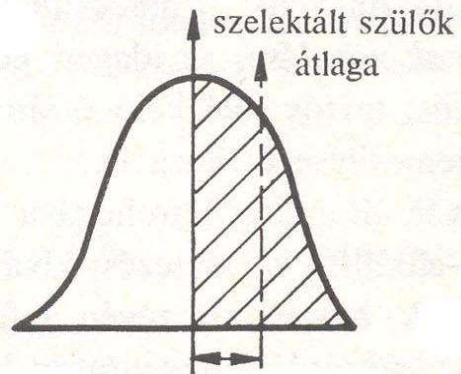
R = Szelekciós haladás (A teljes szülői populációtól és a szelektált szülői csoporttól származó utódok középértékeinek különbsége)

Örökölhetőség



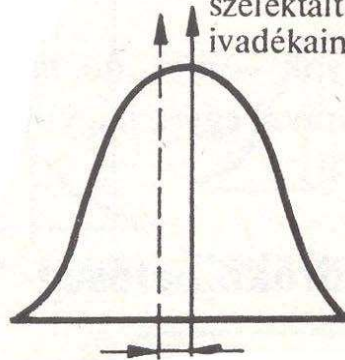
Örökölhetőség

szülői generáció
átlagértéke



SD= Szelekciós Differenciál

szelektált szülők
ivadékainak átlaga



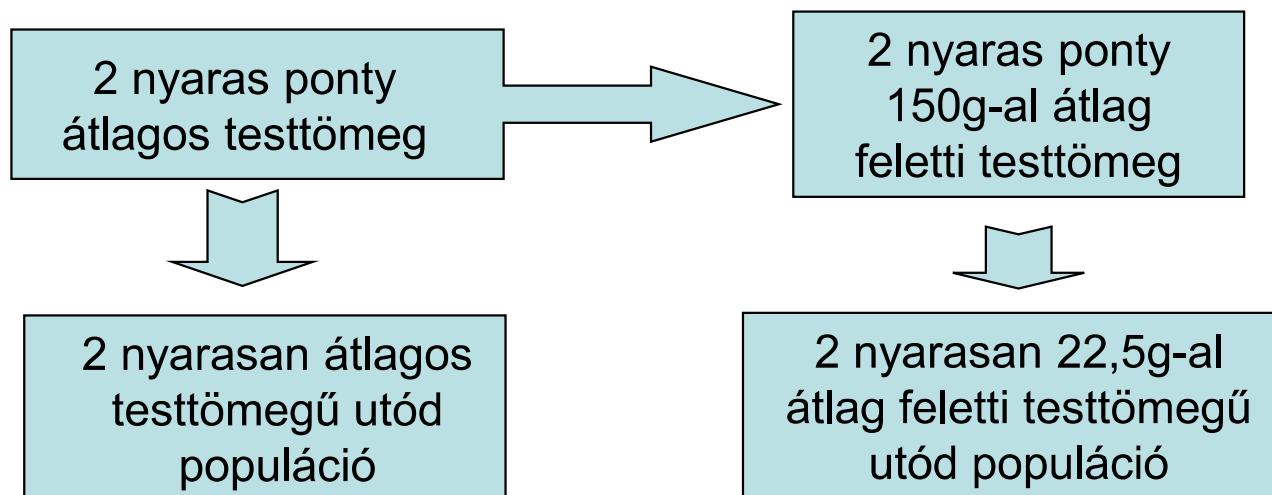
SG= Szelekciós Nyereség (GAIN)

$$\frac{SG}{SD} = H^2$$

$$h^2 = \frac{R}{S} \quad \Rightarrow \quad R = h^2 \times S$$

Az örökölhetőség és a szelekciós differenciál ismeretében a **szelekciós haladás** előre jelezhető

pl.:

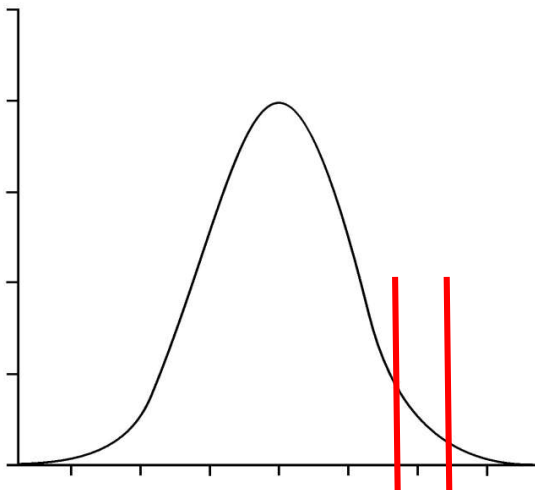


$$h^2 = \frac{22,5}{150} = 0,15$$

h^2 kifejezhető az **adaptív genetikai variancia** és a **fenotípusos variancia** hányadosaként is

$$h^2 = \frac{V_a}{V_p} = \frac{V_a}{V_a + V_d + V_i + V_e + V_{ge}}$$

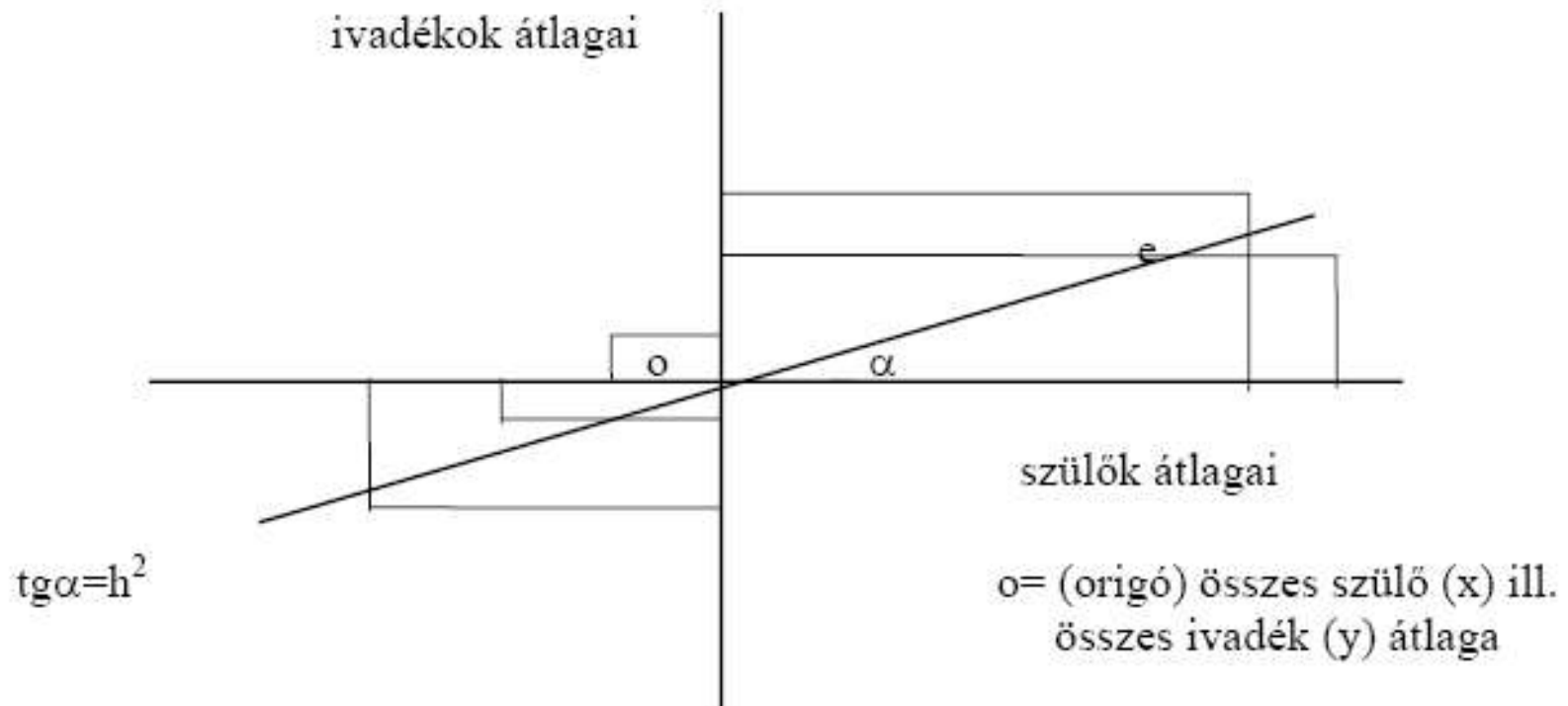
**Mindig egy adott populációra,
tulajdonságra, környezetre vonatkozik**



Minél erősebben szelektálunk
annál jobban csökken az additív
genetikai variancia és a h^2 érték

Örökölhetőség

h^2 kiszámításának egyik módja, ha szülők teljesítményének átlagában
Ábrázoljuk az utódok teljesítményét (az utódok és szülők középértéke alkotja az origót)



A kapott értékre illesztett egyenes hajlásszögének tangense a Realizált h^2 érték

Felhasználási terület:

- tenyésztési módszer megválasztás
- Szelekciós módszer megválasztása
- Szelekció mértékének megválasztásában
- Szelekciós előrehaladás becslése
- Környezeti hatások becslése

Csoportosítás:

- alacsony örökölhetőségű ($h^2 = 0-0,4$)

A termelési szempontból jelentős tulajdonságok nagy része (tetőmeg, takarmány értékesítés, megmaradás)

- közepes és magas örökölhetőségű ($h^2 = 0,4-0,7$)

Additívan öröklődés, jó tenyészték becslés (ellenáló képesség, merisztikus tulajdonságok, úszósugár, pikkely számok)

- heterozigozitás szintjétől függő örökölhetőségű

Genetikai diverzitáson alapuló tulajdonságok (általános alkalmazkodó képesség, általános ellenáló képesség)

Örökölhetőség

faj	fenotípus	h^2
Ponty	1 éves súly	0.0
	1 éves súly	0.34
	1 éves súly	0.49
	2 éves súly	0.15
	2 éves súly	0.50
	3 éves súly	0.24
	4 éves súly	0.21
	Súly gyarapodás (realized)	0.0
	Súly gyarapodás	0.25
	1 –éves testhossz	0.04
	1 –éves testhossz	0.34
	2 –éves testhossz	0.55
	1-year body depth	0.42
	2-year body depth	0.69
	3-year body depth	0.47
	Testalak (testhossz: testtömeg) (realized)	0.47
	Zsír mennyiség	0.14

A ponty h^2 értékei Kirpichnyikov szerint :

testtömeg: 0.1-0.2

testhossz: 0.2-0.3

fejhossz: 0.4-0.5

hátmagasság: 0.45-0.55

hátszélesség: 0.3-0.35

Örökölhetőség

Nílusi tilápia	4 - hetes súly	0.0
	4 - hetes súly	0.06
	45-napos súly	0.04
	8 - hetes súly	0.0
	8 - hetes súly	0.21
	10 - hetes súly	0.0
	10- hetes súly	0.46
	90-napos súly	0.04
	136-napos súly - ikrás	0.71
	136-napos súly - ikrás	0.37
	136-napos súly - tejes	0.71
	136-napos súly - tejes	0.30
	7- hónapos súly (realized)	0.05
	45-napos testhossz	0.10
	90-napos testhossz	0.06
	Termékenység az első íváskor	0.0
Termékenység az első íváskor	0.09	

Örökölhetőség

Kék tilápia	40- hetes tömeg gyarapodás, ikrás (realized)	0.38
	40- hetes tömeg gyarapodás, tejes (realized)	0.20
	49- hetes tömeg gyarapodás, ikrás (realized)	0.10
	49- hetes tömeg gyarapodás, tejes (realized)	0.27
	40- hetes testhossz gyarapodás, ikrás (realized)	0.87
	40- hetes testhossz gyarapodás, tejes (realized)	0.40
Mozambiki tilápia	5- hónapos testömeg, ikrás (realized)	0.01
	5- hónapos testömeg, tejes(realized)	0.10

Korrelációk az egyes tulajdonságok között

Egy tulajdonság változásának hatása egy másik tulajdonságra

- nemesítő munkában fontos

Tulajdonság I	Tulajdonság II	Korrelációs érték
növekedés	tápa. hasznosítás	0,99
növekedés	hús/zsír arány	-0,47
növekedés	gonádsúly	-0,49
növekedés	termékenység	-0,59
hús/zsír arány	tápa. hasznosítás	-0,40
hús/zsír arány	gonádsúly	-0,29

Populáció 1.

Populáció: egy fajba tartozó, meghatározott időben és térben együtt élő, elkülönült (közös gén állományú) szaporodási közösség

Populáció lehet:

- Egyensúlyban levő (Hardy – weinberg)
- Változó
- zárt vagy nyitott

Populáció 2.

Fajta, tájfajta: a faj egyedeinek olyan csoportja, amely legalább **egy lényeges tulajdonság** alapján megkülönböztethető a többtől.

Tenyészállomány: egy **közös cél** érdekében irányítottan kialakított, **azonos genetikai háttérrel** (fajta, tájfajta, populáció) rendelkező, **hasonló tulajdonságokat** (termelési, fenotípusos, vagy genetikai) hordozó egyedek csoportja.

Populáció 3.

Populáció genetikai változása:

Természetes hatások:

- Természetes szelekció
- Génsodródás
- mutáció

Irányított hatások:

- Irányított pároztatás
- Beltenyésztés
- Vértisztítás
- selejtezés
- Mesterséges szelekció

Szelekció 1.

Szelekció: mint állattenyésztési fogalom – a továbbtenyésztési kívánt egyedek kiválogatását jelenti.

Szelekció hiánya: **nem azonos a természetes populációval**, A tenyészegedek kiválasztása véletlenszerűen történik ugyan, de nem a teljes populáció vesz részt az utód nemzedékek létrehozásában.

Fenotípusos szelekció: **fenotípusos bélyegek** vizsgálatával, azok megjelenése alapján történik.

Váltogató szelekció: **generációnként váltogatják** a szelekció alapjául szolgáló fenotípusos tulajdonságot. Csak hosszútávon hoz eredményt. Termelői állományok szelektálására kevésbé alkalmas, a szelekciós tulajdonságok korrelációi befolyásolják

Szelekció 2.

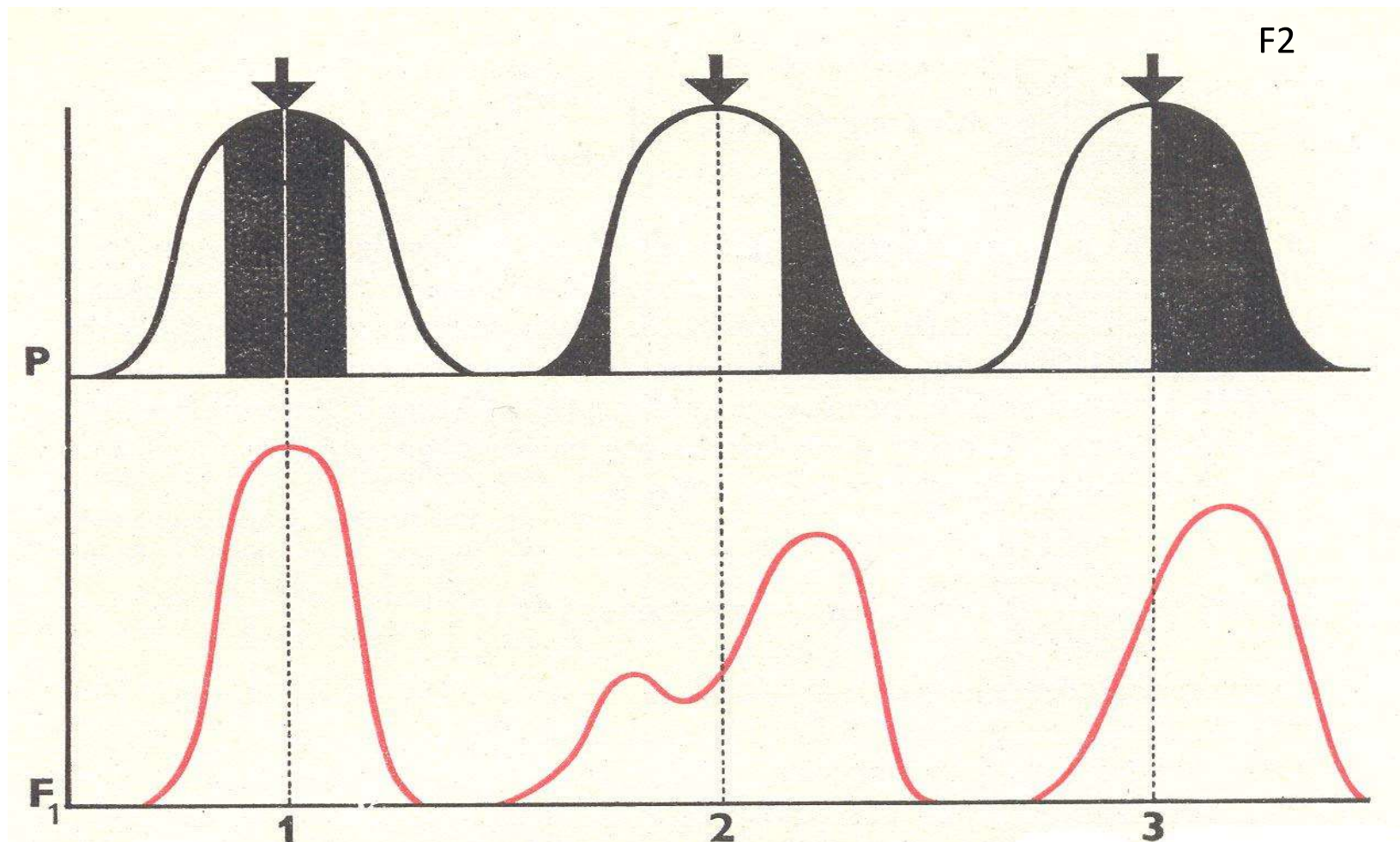
Független szelekciós hatások alapján végzett szelekció: egy időben több tulajdonság alapján végzik. A szelekció során mindegyik minimum értékének meg kell felelni.

Függő szelekciós hatások alapján végzett szelekció: egy időben több tulajdonság alapján végzik, szelekciós index alapján.

Családszelekció: az utódok átlagos teljesítménye (általában átlaga) alapján minősítik az egyedeket, illetve a családot.

- a leghatékonyabb módszer, főleg magas örökölhetőségi értékű
($h^2 > 0,4$) tulajdonságok esetén
- Az utódok átlaga a szülőkből rejlő lehetőségek átlagát mutatja.

Szelekció 3.



34. ábra. A szelekció formái (a szülői P generációban) és annak hatása (az F₁ generációban)

1 — stabilizációs, 2 — diszruptív, 3 — direkcionális (Lerner, 1958 nyomán)

Tenyésztés-Nemesítés 1.

Fogalom:

Tenyésztés: Tenyésztésen azt az **állandó jellegű** tevékenységet értjük, amely kiváló tenyészegedek párosítását, majd **pároztatását** valósítja meg abból a célból, hogy a szülőknél még jobb belső és külső tulajdonságú utódokat kapjunk.

Meghatározó tényezők:

- Faj
- Generációs idő (halaknál a környezet befolyásolja)
 - Ivarérés
 - tenyészérés
- tenyésztettségi szint (faja , változat, tájfajta)
- Tenyész cél
- Termelési rendszerek

Tenyésztés-Nemesítés 2.

Egyszerű Célok:

- Testtömeg gyarapodás
- Takarmány értékesítés
- Szaporaság
- Túlélés
- Ellenálló képesség
- Rezisztencia
- Húsminőség

Összetett célok:

- bizonyos tulajdonságok megtartása + egy tulajdonságok javítása
- több tulajdonság párhuzamos javítása
- bizonyos tulajdonságok megtartása + több tulajdonságok javítása

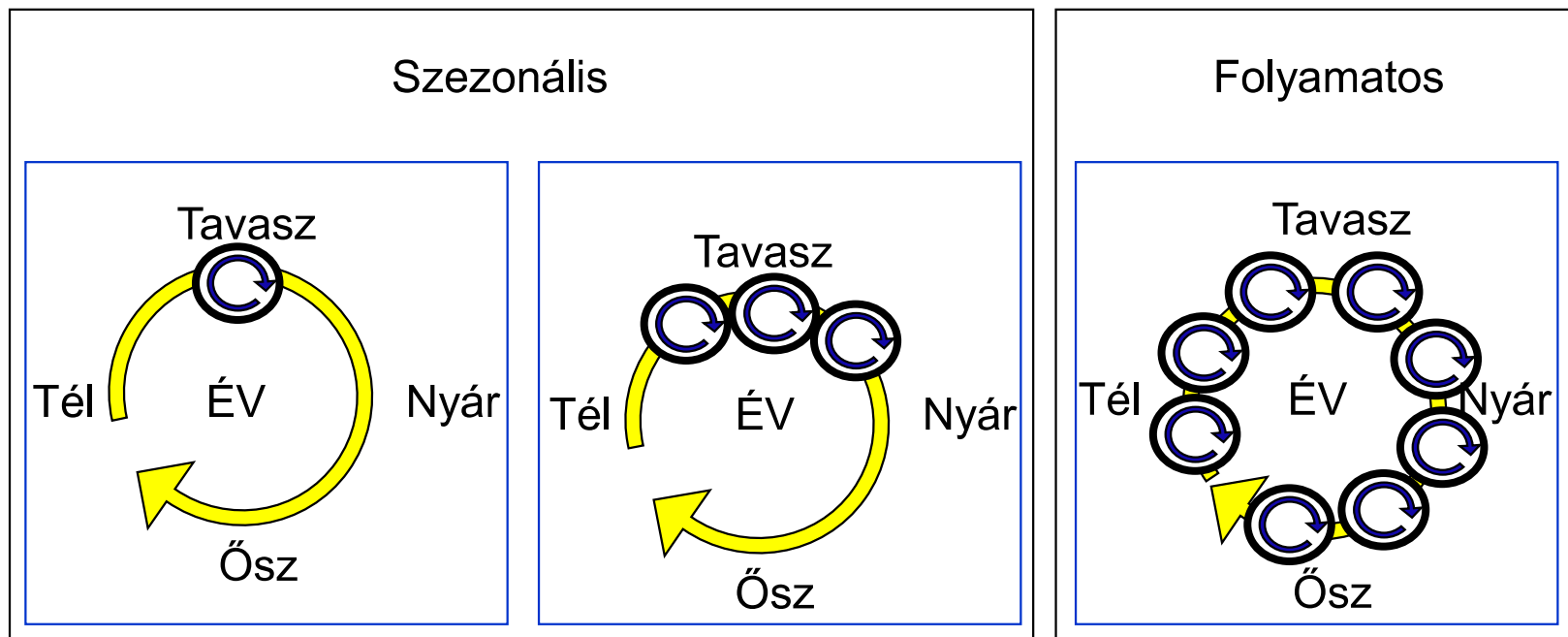
Tenyésztés-Nemesítés 3.

Tenyész kiválasztás :

- Szelekciós kritériumok, határértékek (minőségi-mennyiségi tulajdonságok, h^2 érték-örökölhetőség stb.)
 - Fenotípusos szelekció
 - Váltogató szelekció
 - Független szelekciós hatások alapján végzett szelekció
- Szelekciós index
 - Függő szelekciós hatások alapján végzett szelekció
- Családszelekció

Tenyésztés-Nemesítés 4.

Termelési rendszerek:



Tenyész kiválasztás rendszere:

- termelő állományokból
- külön célkeresztezésekből

Fajta kialakító keresztezés

Cél:

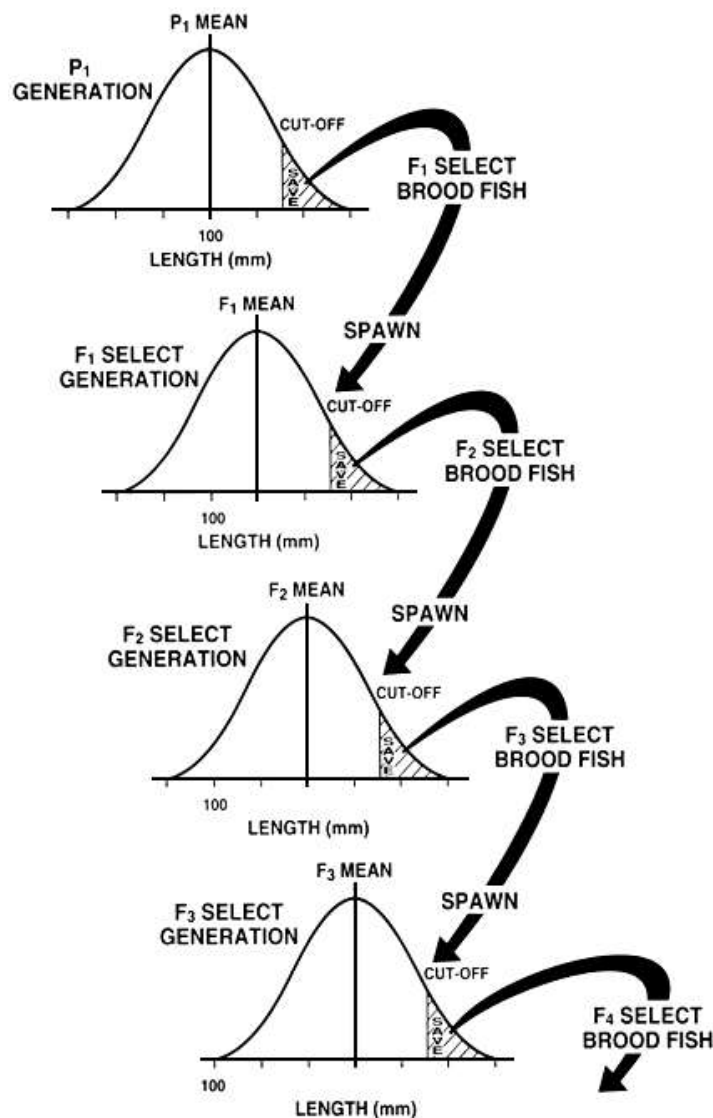
- Egységes,
- Jellemző tulajdonságokkal rendelkező
- Megfelelő termelési paraméterekkel rendelkező

} Populáció kialakítása

A genetikai sokféleség / **diverzitás csökkentésére** alkalmas tenyésztési eljárásokkal

- szelekciós
- beltenyésztés

Egyszerű szelekció



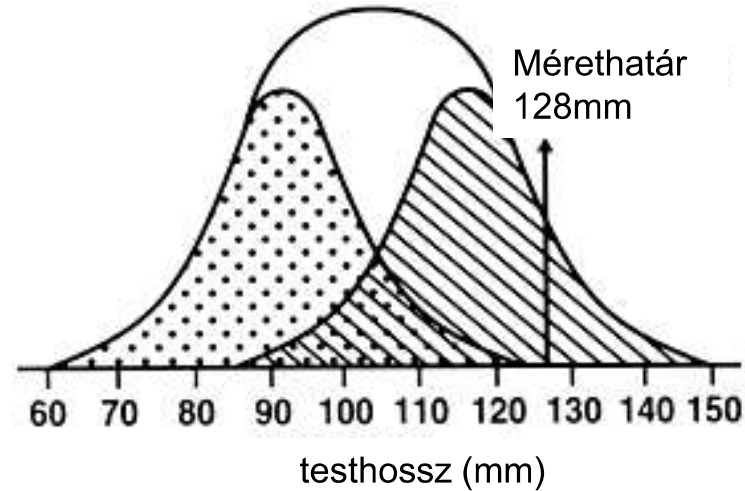
- Mindig a teljes tenyész generációra vonatkozik
- Közben nem lehet vérfrissítés

Table 2. Response to selection in growth rate

Species	Mean Body Weight	Gain per Generation (%)	No. of Generations	Reference
Coho salmon	250 gm	10.1	4	Hershberger et al., 1990
Rainbow trout	3.3 gm	10.0	3	Kincaid et al., 1977
Rainbow trout	4.0 kg	13.0	2	Gjerde, 1986
Atlantic salmon	4.5 kg	14.4	1	Gjerde, 1986
Atlantic salmon	6.3 kg	14	6	Gjerde and Korsvoll, 1999
Channel catfish	450gm	14	4	Dunham, 1987
Channel catfish	67 gm	20	1	Bondari, 1983
Tilapia	100gm	15	5	Rye and Eknath, 1999
Rohu	400gm	17	2	Mahapatra et al., 2000
Shrimp	20 gm	4.4	1	Fjalestad et al., 1997
Shrimp	15 gm	10.7	1	Hetzel et al., 2000
Oysters	42 gm	9-12	1	Toro et al., 1996
	36 gm	9	2	Nell et al., 1999
	33 gm	9	1	

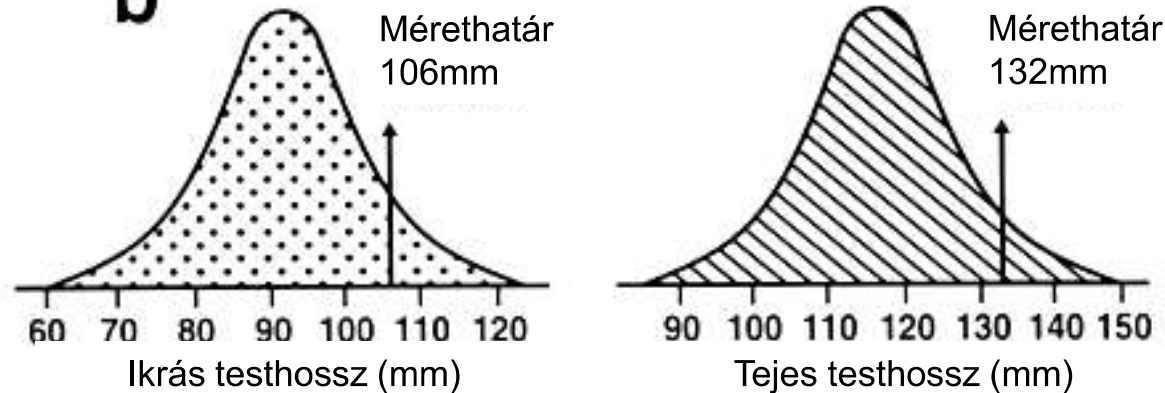
Az ivari dimorfizmus hatása a méret szelekció során.

a

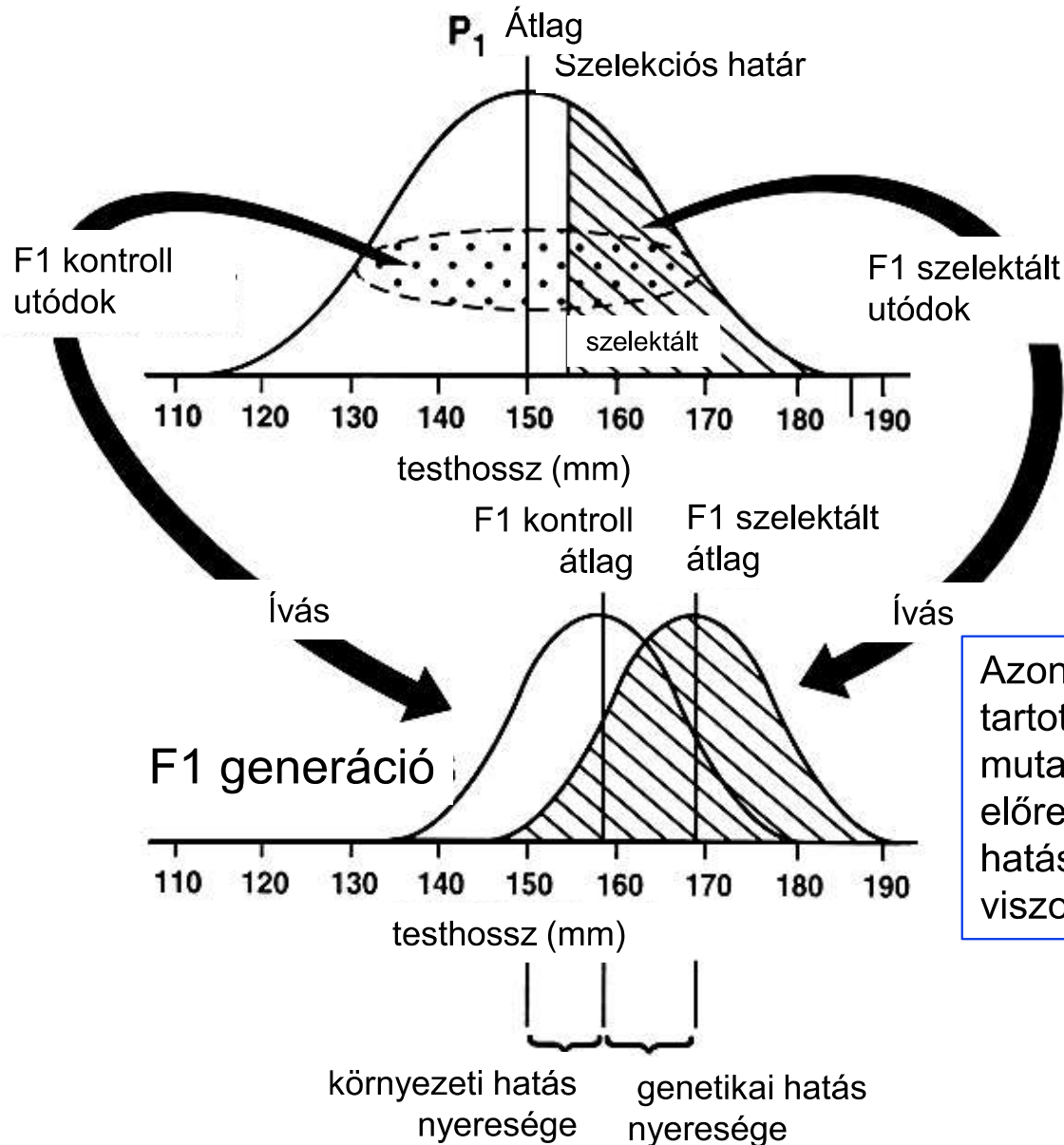


A túl szigorú szelekció a testhossz (testméretek) esetén ivari szelekciót is jelent

b



Kontroll populáció mindig szükséges



Azonos körülmények között tartott nem szelektált állomány mutatja a valós genetikai előrehaladást és a környezeti hatást a szülői generációhoz viszonyítva!

Beltenyésztés 1.

cél:















kívánatos gének **homozigóta** formában való rögzítése a populációban.

Megvalósítás:

Szoros **rokontenyésztés**: szülő és ivadék párosítás, édestestvérek párosítása, a féltestvérek párosítása.

Rokontenyésztés során az állatok növekedésének, szaporodóképességének, életképességének és alkalmazkodóképességének a csökkenése figyelhető meg.

Testvérkeresztezés

P_0		X		100%
F_1		X		50%
F_2		X		75%
F_3		X		87,5%
F_4		X		93,75%
F_5		X		96,875%
F_6		X		98,4375%

Beltenyésztés 2.

Beltenyésztéses leromlás:

Rokontenyésztés során az állatok növekedésének, szaporodóképességének, életképességének és alkalmazkodóképességének a csökkenése figyelhető meg.

homozigotizáció következménye, miszerint a **kedvezőtlen hatású recesszív gének** felszínre kerülnek.

A rokontenyésztésre eltérően reagálnak a különböző **fajok**.

A nemesítésben a rokontenyésztés **csak a tudatos és tervszerű** alkalmazás esetén hatékony módszer. Ellenkező esetben súlyos gazdasági károkat is okozhat.

Beltenyésztés 3.

Vonaltenyésztés: szoros rokontenyésztéssel nagymértékben homozigótává tett részállomány, melyben a vonalalapító ősök értékes tulajdonságait próbálják rögzíteni.

Vérvonaltenyésztés a rokontenyésztés enyhébb változata. A vérvonal egy kiváló egyedre, vérvonalalapítóra vezethető vissza. A halászatban azonban ezt a módszert nem alkalmazzák

Fajtatiszta tenyésztési eljárások 1.

Az azonos fajta tartozó egyedek párosztatását jelenti.

- Véletlenszerű (random) párosítás
- Vonaltenyésztés és keresztezés
- Csúcstenyésztés (top-cross) esetében az egyik partner nem rokontenyésztett, de fajtatiszta, a másik partner viszont rokontenyésztett.

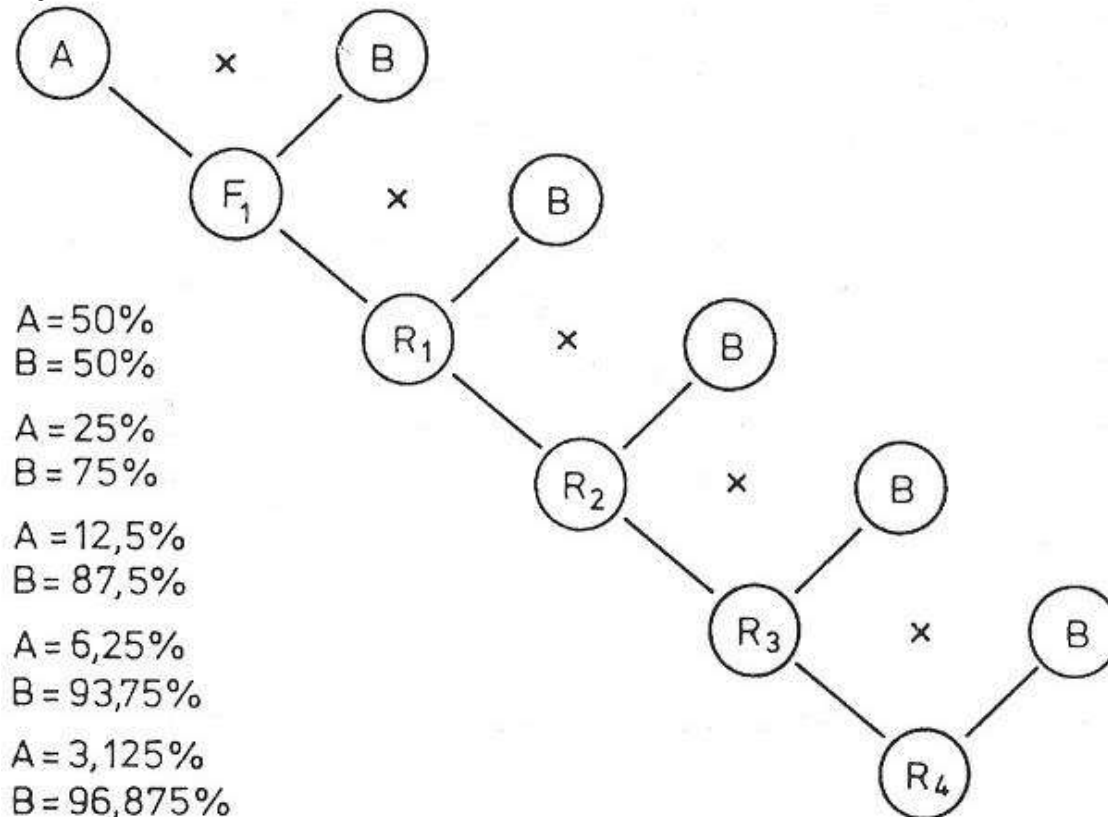
Keresztezés 1.

Keresztezés:

- Fajta / tájfajta javító : cél valamilyen a fajtából/tájfajtából hiányzó **tulajdonság bevitele**
- **Heterozigotitás** növelése
- Beltenyésztéses **leromlás ellensúlyozása**
- Közvetlen **haszonállat-előállító** keresztezés: termelési szempontból

Fajtjavító kersztezés 1.

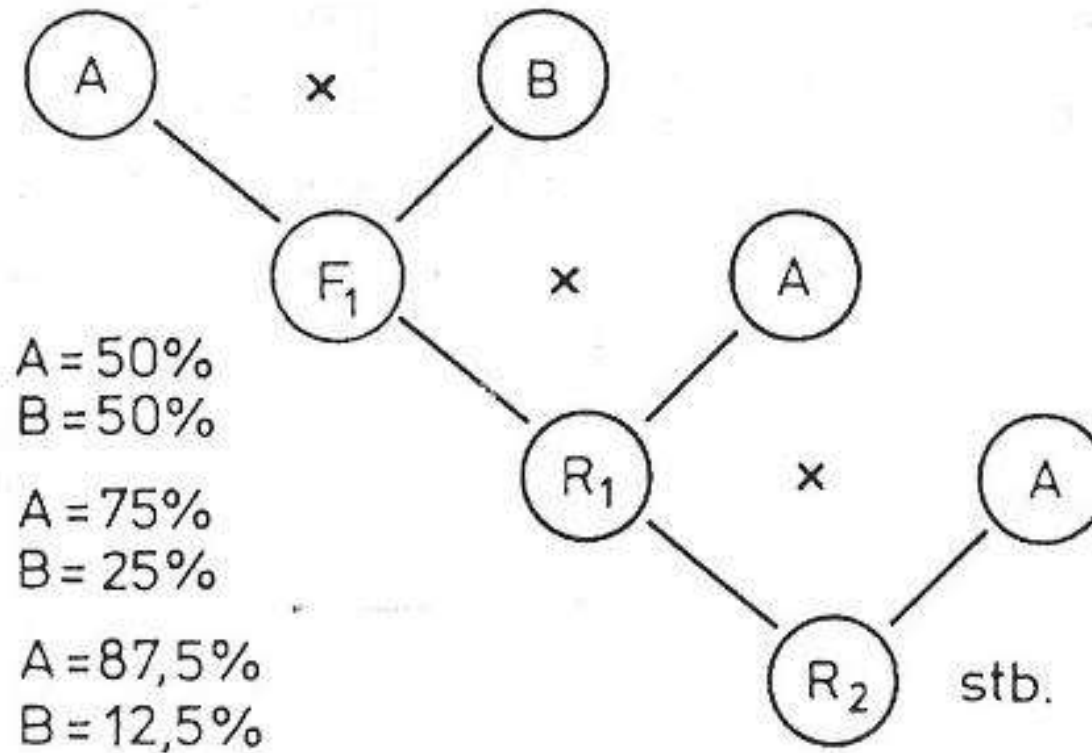
Fajta átalakító keresztezés: cél fajta teljes **átalakítása egy másik fajtává**. Elsősorban akkor alkalmazzák, ha egyszerre nem lehet lecserélni a teljes állományt.



A kiinduló fajta géнарánya nemzedékenként feleződik,
B átalakító fajta géнарánya nemzedékenként nő.

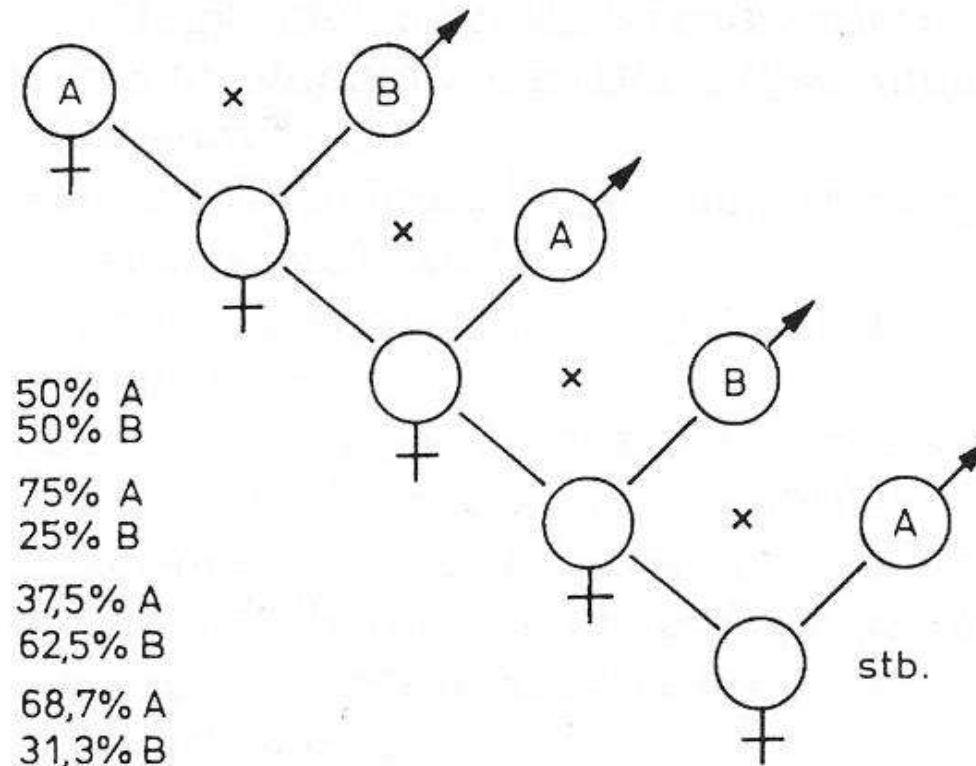
Fajtajavító keresztezés 2.

Cseppvérkeresztezés : Itt a nemesítő fajtával (B) csak egyszer keresztezik a nemesítendő fajtát,



Közvetlen haszonállat-előállító keresztezés 1.

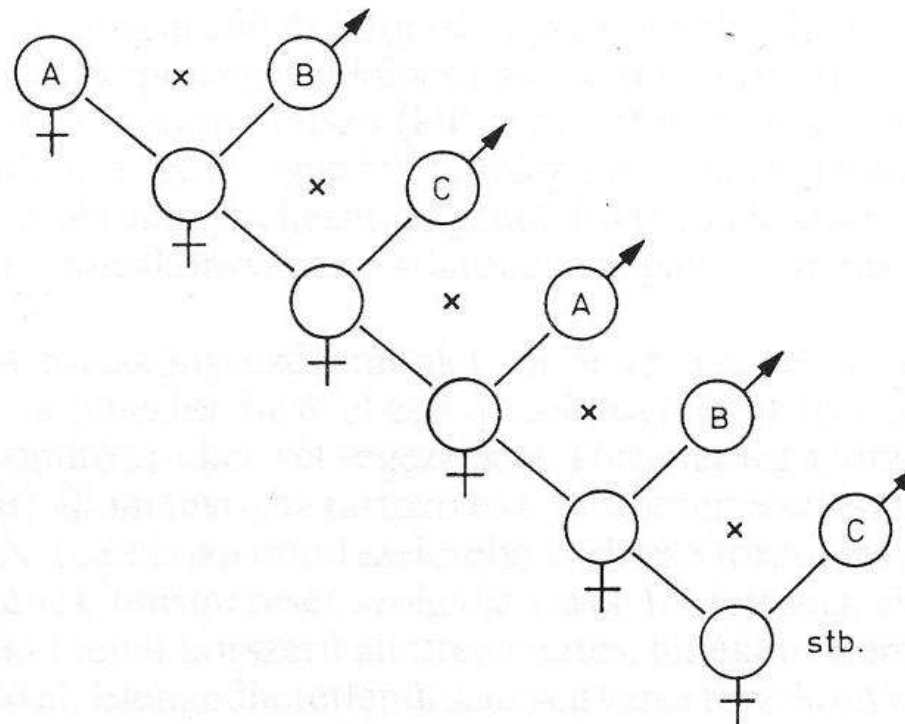
Váltogató keresztezés



A módszer a **heterozigotitás folyamatos** fenntartásával az anyai heterózist hasznosítja. A heterózis azonban az F2 nemzedéktől kezdve hanyatló lesz. (6 generáció után ~ 66%-33% váltakozik)

Közvetlen haszonállat-előállító keresztezés 2.

Rotációs keresztezés



A rotációs keresztezés révén az egyedi és az anyai heterózis nagymértékben, míg a típusheterózis kismértékben használható ki.

Közvetlen haszonállat-előállító keresztezés 2.

Hibrid előállítás:

- Faj hibridek
- Fajta / tájfajta hibridek
- Vonal hibridek

Heterózis:

szülők párosításából világra jött ivadékok fenotípusos átlagértéke valamely tulajdonságban meghaladja a szülői átlagot vagy a jobbik szülő teljesítményét.

- **Egyedi heterózis** a keresztezett **egyed fenotípusos** teljesítményében mutatkozó fölénye
- **Anyai heterózis** a keresztezett **nőivarú egyedek** fölényét jelzi bizonyos tulajdonságokban (ovulációs ráta, oocita szám, oocita méret stb.)
- **Apai heterózis** a keresztezett **hím egyedek** fölényét jelzi bizonyos tulajdonságokban (sperma mennyiség, sperma minőség, mélyhűthetőség stb.)
- **Típusheterózisra** az egymástól morfológiailag és élettanilag, továbbá a teljesítményben jelentős mértékben **eltérő állományok** keresztezésekor lehet számítani rá.

Közvetlen haszonállat-előállító keresztezés 2.

Hibrid előállítás menete:

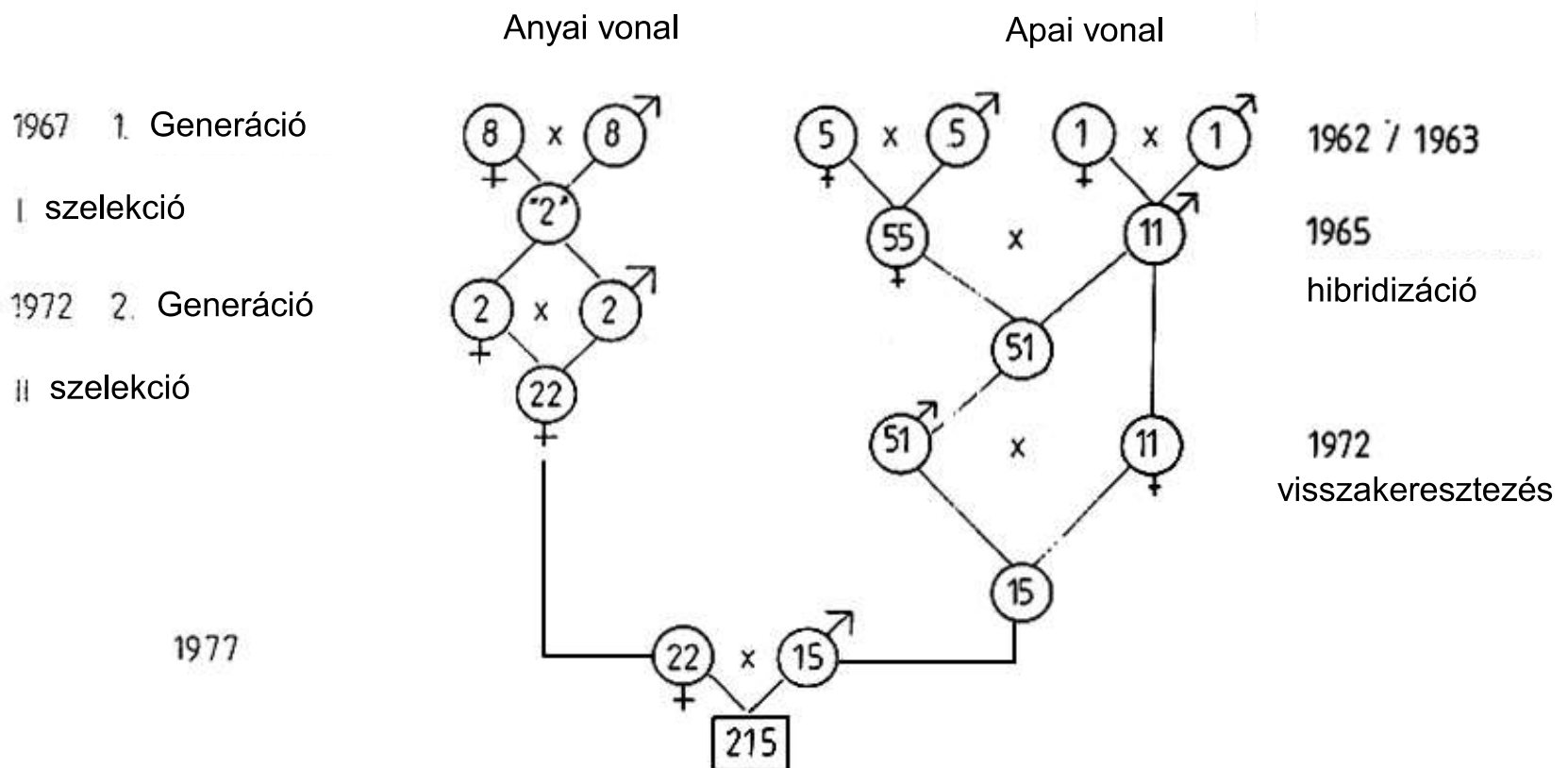
A kiinduló-állományokat bizonyos tulajdonságokra, egyoldalúan szelektálják, és a befejező keresztezésektől várják a kedvező tulajdonságok összegződését és a heterózishatás fellépését.

hibrid-program lépcsői:

- vonalak kialakítása és azok fenntartása (homozigotitás növelése, a genetikai háttér rögzítése)
- vonalak tesztelése, szelekciója (kedvező, vagy legkedvezőbb kombinációk kiválasztása)
- vonalak keresztezése a meghatározott terv szerint (termelő állományok előállítása)

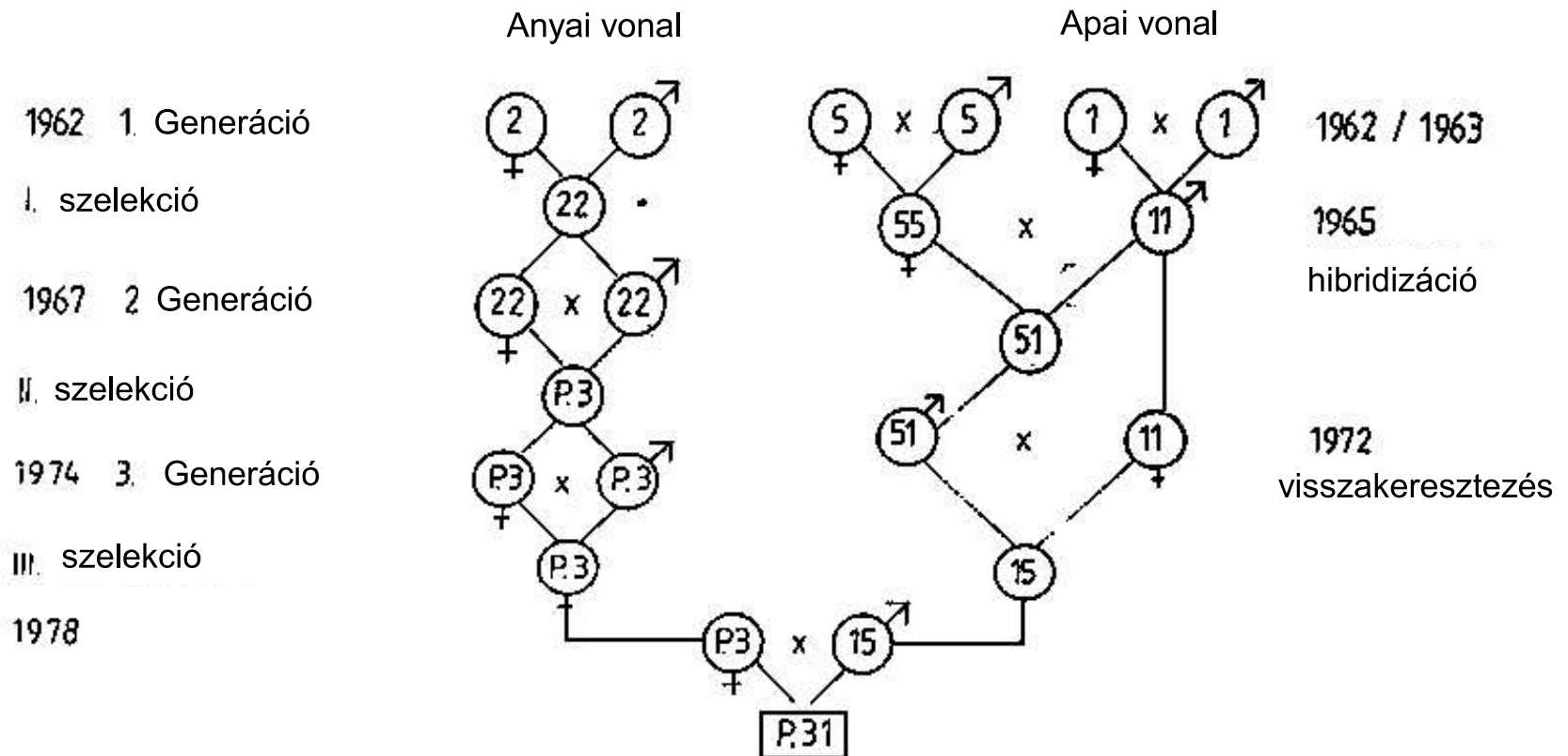
Magyar hibridek 1.

A Szarvas 215 háromvonalas, tükrös ponty hibrid tenyésztési sémája



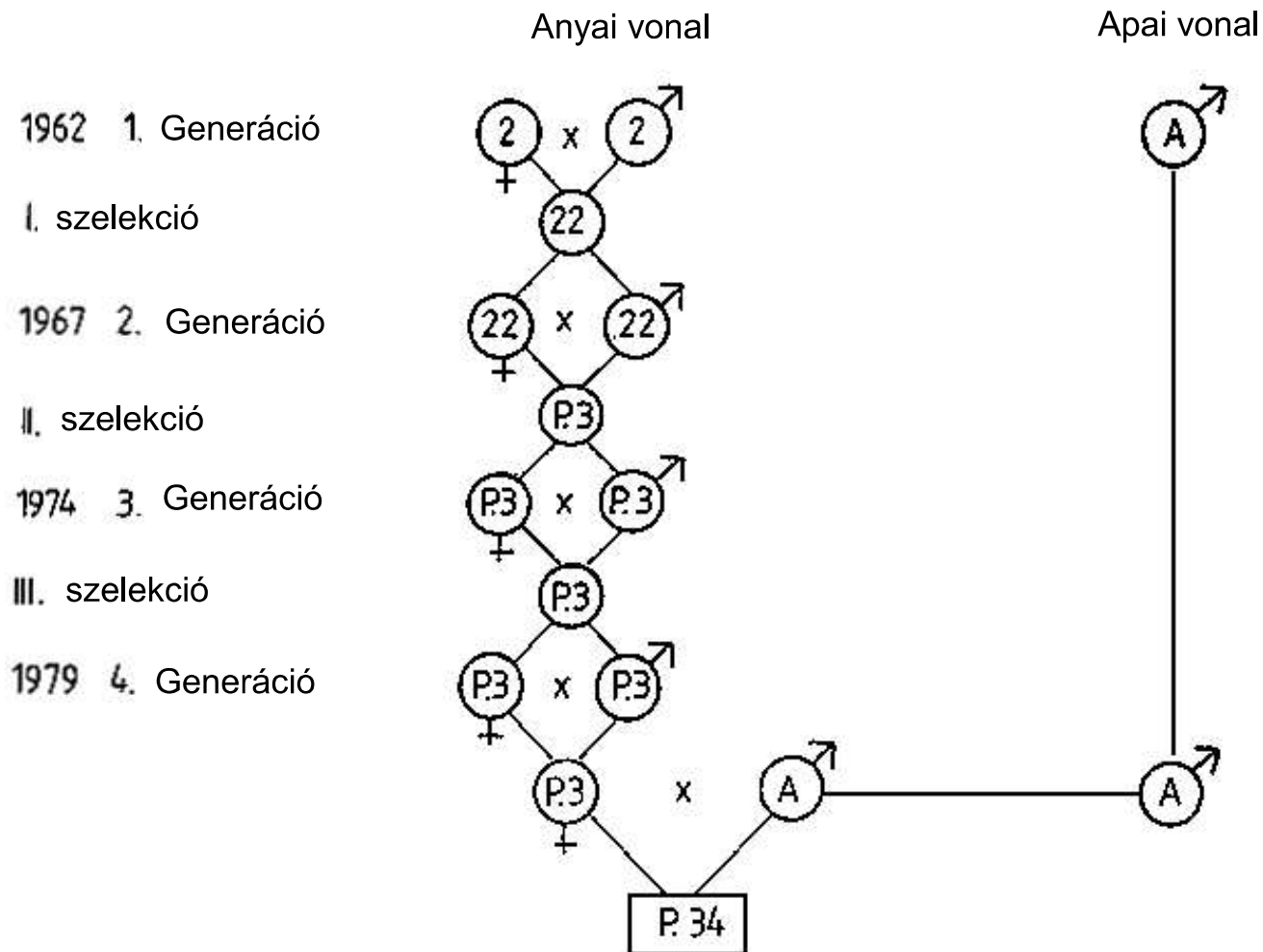
Magyar hibridek 2.

A Szarvas P.31 háromvonalas, pikkelyes ponty hibrid tenyésztési sémája

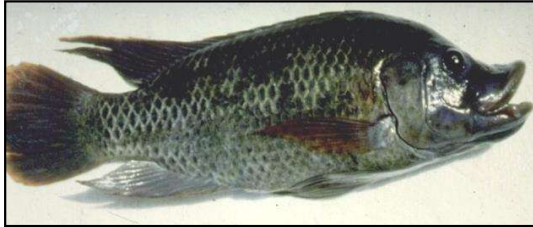


Magyar hibridek 3.

A Szarvas P.34 kétvonalas, pikkelyes ponty hibrid tenyésztési sémája. A: vadponty az Amúr folyóból (Oroszország)



Interspecifikus hibridizáció



Hornorum tilapia tejes

ZZ

└───→ **XZ**

XX

Nile tilapia ikrás



Csak tejes hibrid tilapia



A hibridek fertilisek és visszakeresztezhetők bármely szülői vonallal.

Interspecifikus hibridizáció

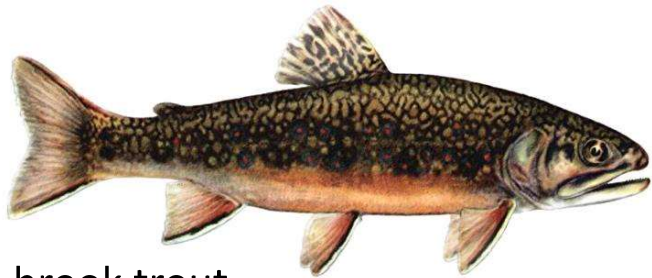
<i>O. mossambica</i>	F	X	<i>O. hornorum</i>	M	--->	98-100%	M
<i>O. nilotic</i>	F	X	<i>O. aurea</i>	M	--->	100%	M
<i>O. nilotic</i>	F	X	<i>O. variabilis</i>	M	--->	100%	M
<i>O. nilotic</i>	F	X	<i>O. macrochir</i>	M	--->	100%	M
<i>O. nilotic</i>	F	X	<i>O. leucostica</i>	M	--->	100%	M
<i>O. nilotic</i>	F	X	<i>O. hornorum</i>	M	--->	100%	M
<i>O. nigra</i>	F	X	<i>O. leucostica</i>	M	--->	100%	M
<i>O. nilotic</i>	F	X	<i>O. aurea</i>	M	--->	100%	M



Oreochromis mossambicus x *O. aureus*
O. Mossambicus x *O. hornorum*
O. spilurus niger x *O. macrochir*
O. spilurus niger x *O. hornorum*
O. aureus x *O. hornorum*
Tilapia zillii x *O. andersonii*

Az összes utód azonos ivarú

Hibrid pisztráng



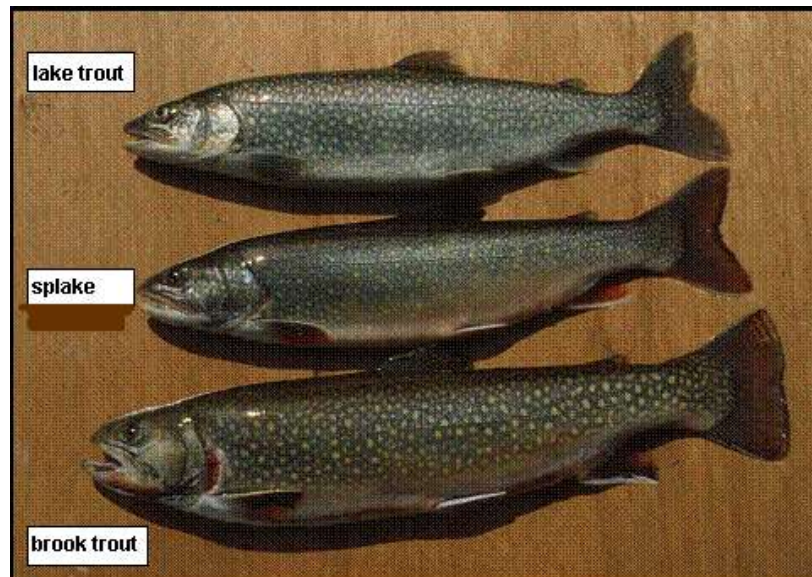
brook trout



Lake trout



Splake



Hibrid pisztráng 2



brook trout



brown trout



Tiger trout

White Crappie
6 dorsal spines
Vertical bars



Hybrid Crappie
7 dorsal spines



Black Crappie
7 dorsal spines



Hibrid csíkos sügér



- Morone nemzetség két faja, a csíkos sügér (*M. saxatilis*) és a fehér sügér (*M. chrysops*) közötti keresztezés eredménye. Míg az előbbi egy nagy testű (akár 20-30 kg), főként kevert vízben élő, és akvakultúrás körülmények között nehezen tartható hal, addig az utóbbi egy viszonylag kisméretű (1,5-2 kg), édesvízi, a mesterséges viszonyokat jobban tűró faj.



carp (*Cyprinus carpio*) and goldfish (*Carassius auratus*)





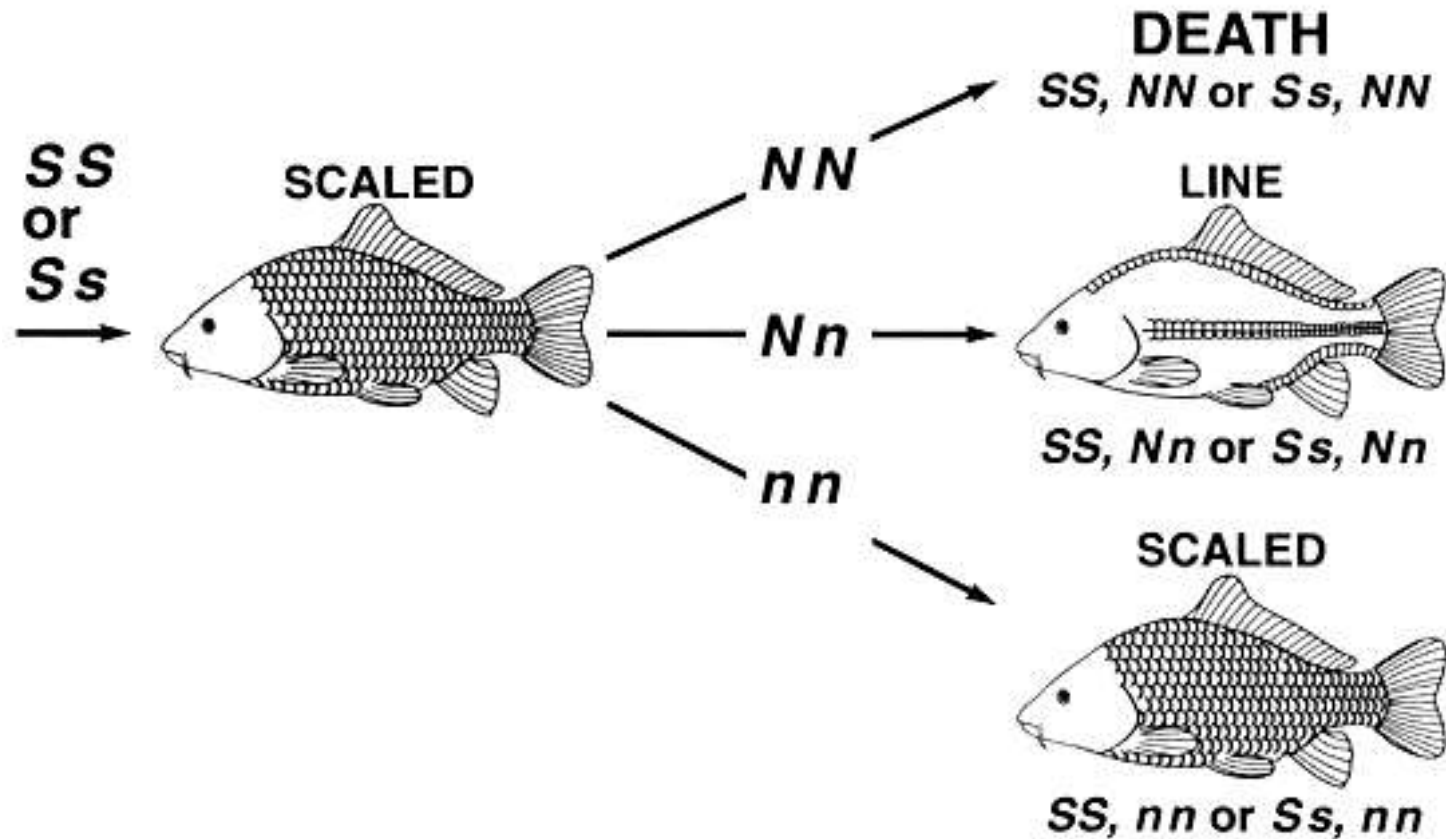
Szent István Egyetem, Mezőgazdaság és Környezettudományi Kar, Környezet és Tájgazdálkodási Intézet

HALGAZDÁLKODÁSI TANSZÉK

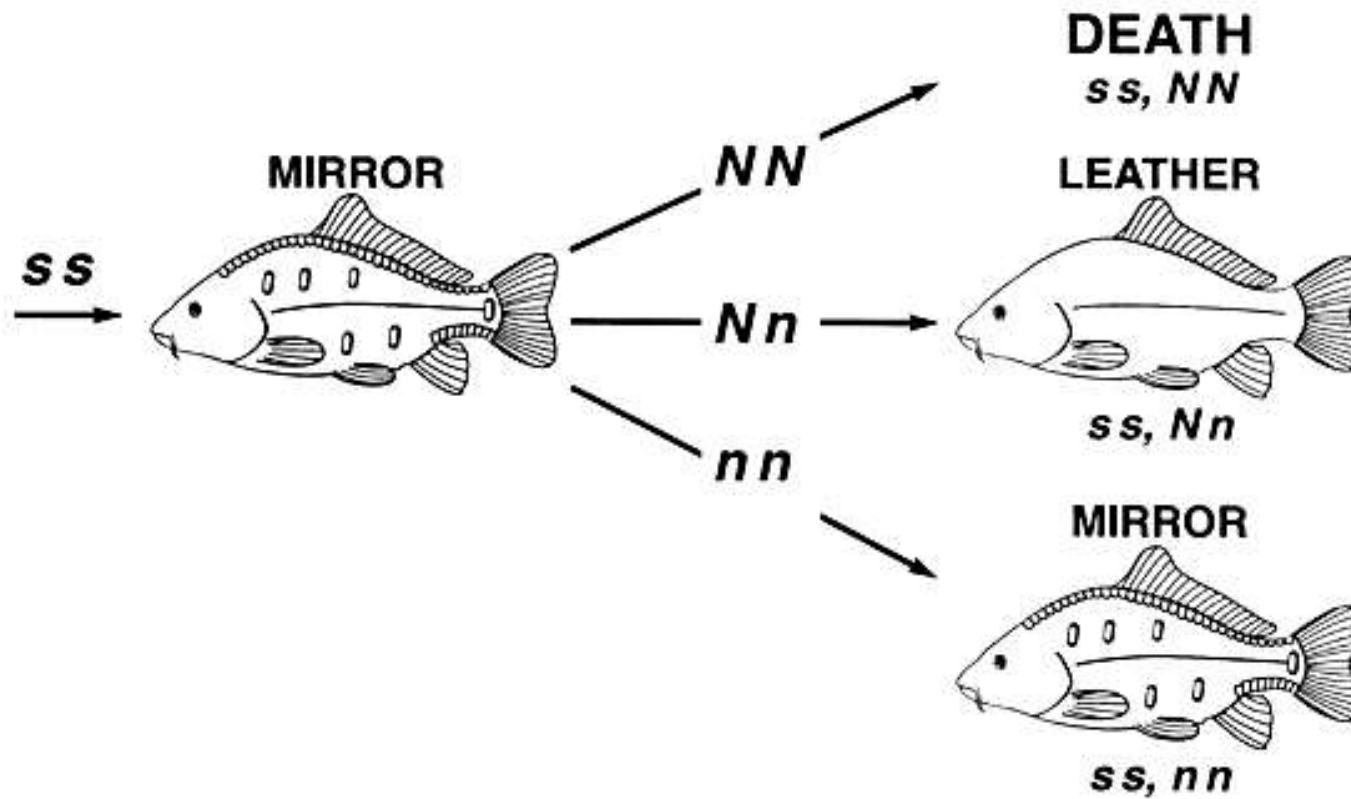
Halgenetika



Kumulatív, Episztatikus, Pleiotrop gén hatás



Kumulatív, Episztatikus, Pleiotropil gén hatás



Halak ivardeterminációja 1.

Hermafroditizmus

Protandrous

Először hím ivarúvá fejlődik, majd nőivarúvá alakul át,

Protogynous

Először nőivarúvá fejlődik, majd hím ivarúvá alakul át,

Szinkronizált

A két ivarszerv egyszerre működik egy egyedben



Premnas biaculeatus



Centropyge loriculus



Fundulus diaphanus

Szekvenciális
hermafroditizmus

Halak ivardeterminációja 2.

gonochorisztikus (Hímnős)

Az egyedek egy ivarral rendelkeznek életük során.

Az ivar kialakulást meghatározó faktorok:

Szociális tényezők

- kapcsolat domináns ivarú egyeddel

Környezeti tényezők

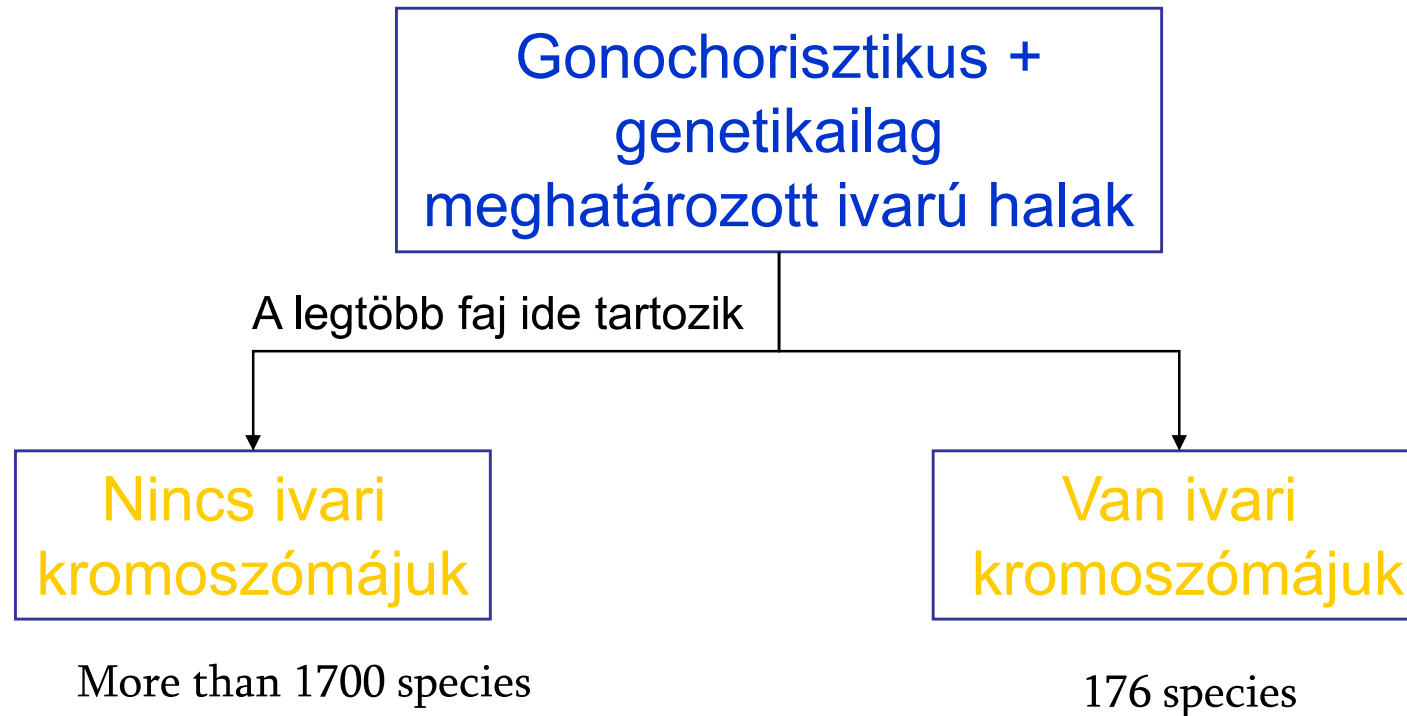
- Hőmérséklet (magasabb hőmérséklet több hím)
- pH (alacsonyabb pH több hím)

Genetikai tényezők (A legtöbb fajnál ez a döntő)



Mélytengeri horgászhalak (Anglerfish)

Halak ivardeterminációja 3.

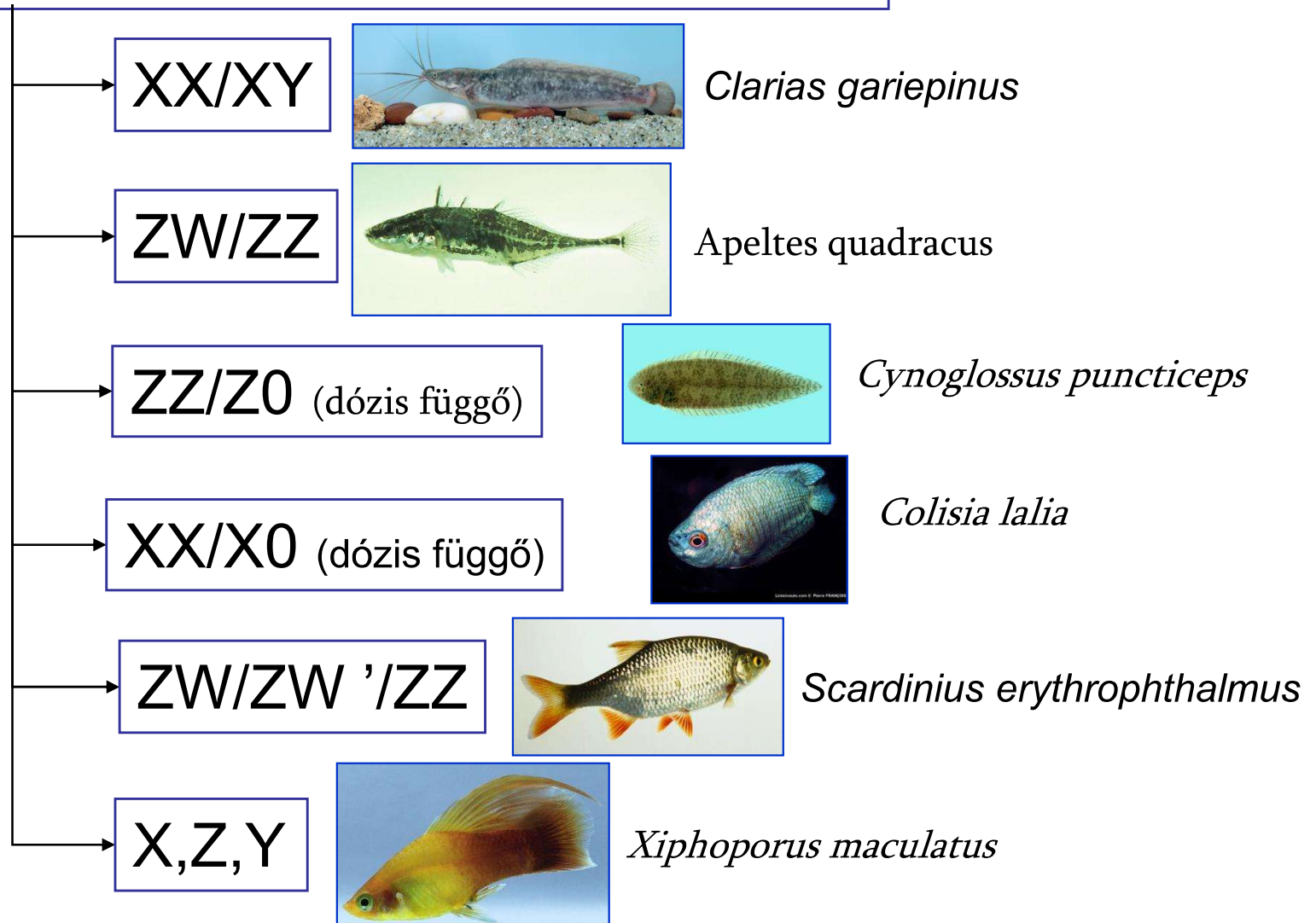


•(Devlin és Nagahama, 2002)

Sex determination of fish 4.

(Devlin és Nagahama, 2002)

Ivari kromoszóma rendszerek típusai



Sex determination of fish 2.

**Sok esetben egy családon,
nemzetségen belül sem azonos
az ivar determinációs rendszer**

Harcsafélék (*Siluriformes*)

- 36 faj
 - XX/XY 9
 - ZZ/ZW 17
 - Nincs azonosított rendszer 10

Cél: Egyivarú (monoszex) állomány

Előnyök:

- 1) Az egyik ivar növekedési rátája nagyobb
- 2) Az agreszivitás csökkenése
- 3) Egységesebb méret
- 4) Könnyebben elkerülhető a termék minőségromlása
- 5) Elkerülhető az egyedek szökése által okozott környezeti / ökológiai problémák

Ivar manipuláció

1. Gynogenezis (XY kromoszóma rendszer esetén) - ♀ monoszex
2. Androgenezis (WZ kromoszóma rendszer esetén) - ♂ monoszex
3. Direkt hormonális ivarátfordítás
 - Feminizáció
 - Maszkulinizáció
4. Indirekt- ivarátfordítás és utód vizsgálat útján
5. Hibridizációval

Ivar manipuláció

Labilis periódus

Ivar determináció

Ivarszerv fejlődés

↑
megtermékenyítés

↑
A differenciálódás
első hisztológiai jele

Feminizáció

Két stratégia:

Gynogenezis - (XY kromoszóma rendszer esetén)

Hormon kezelés

A hormonális feminizációt alkalmazzák atermelésben – lazacfélék tenyésztésekor

Két módszer alkalmazható:

1. Direkt hormonális kezelés
2. Indirekt hormonális kezelés (A szülői generáció volt kezelve)

Direkt feminizáció

Egyedek az ivar
differenciálódása előtt

Ösztrogén
kezelés

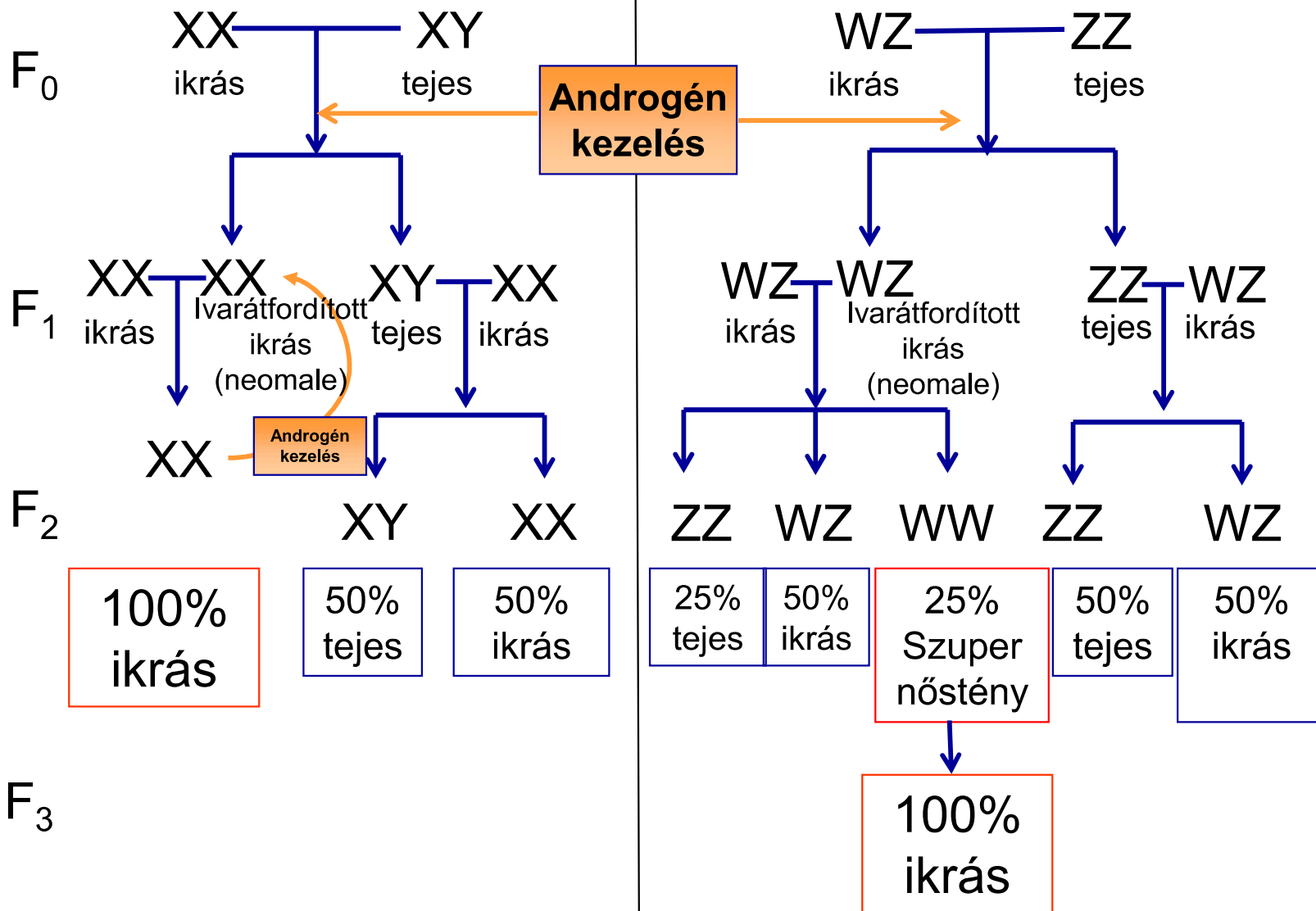
Csak ikrásokból
álló állomány



Direkt feminizáció

1. Bármely halfajon alkalmazható
2. 17β ösztradiol
3. Széles körben alkalmazott módszer
4. Nincs a kezelés miatt elhullás
5. A közvélemény által nem elfogadott

Indirekt feminizáció



Indirekt feminizáció

Előnyök:

A piaci hal nincs kezelve szteroidokkal

Bármely halfajon alkalmazható

Közvélemény által jobban elfogadható

Hátrányok:

Több mint 1 generáció a folyamat

Az ivarátfordított tejeseket és szuper nőstényeket azonosítani kell

Használják a chinook salmon és pisztráng piaci termelésben

Maszkulinizáció

Két stratégia:

Androgenezis - (WZ kromoszóma rendszer esetén)

Hormon terápia

Két módszer alkalmazható:

1. Direkt hormonális kezelés
2. Indirekt hormonális kezelés (A szülői generáció volt kezelve)

Interspecifikus (fajok közötti) hibridizáció

Direkt maszkulinizáció

Egyedek az ivar
differenciálódása előtt

Tesztoszteron
kezelés

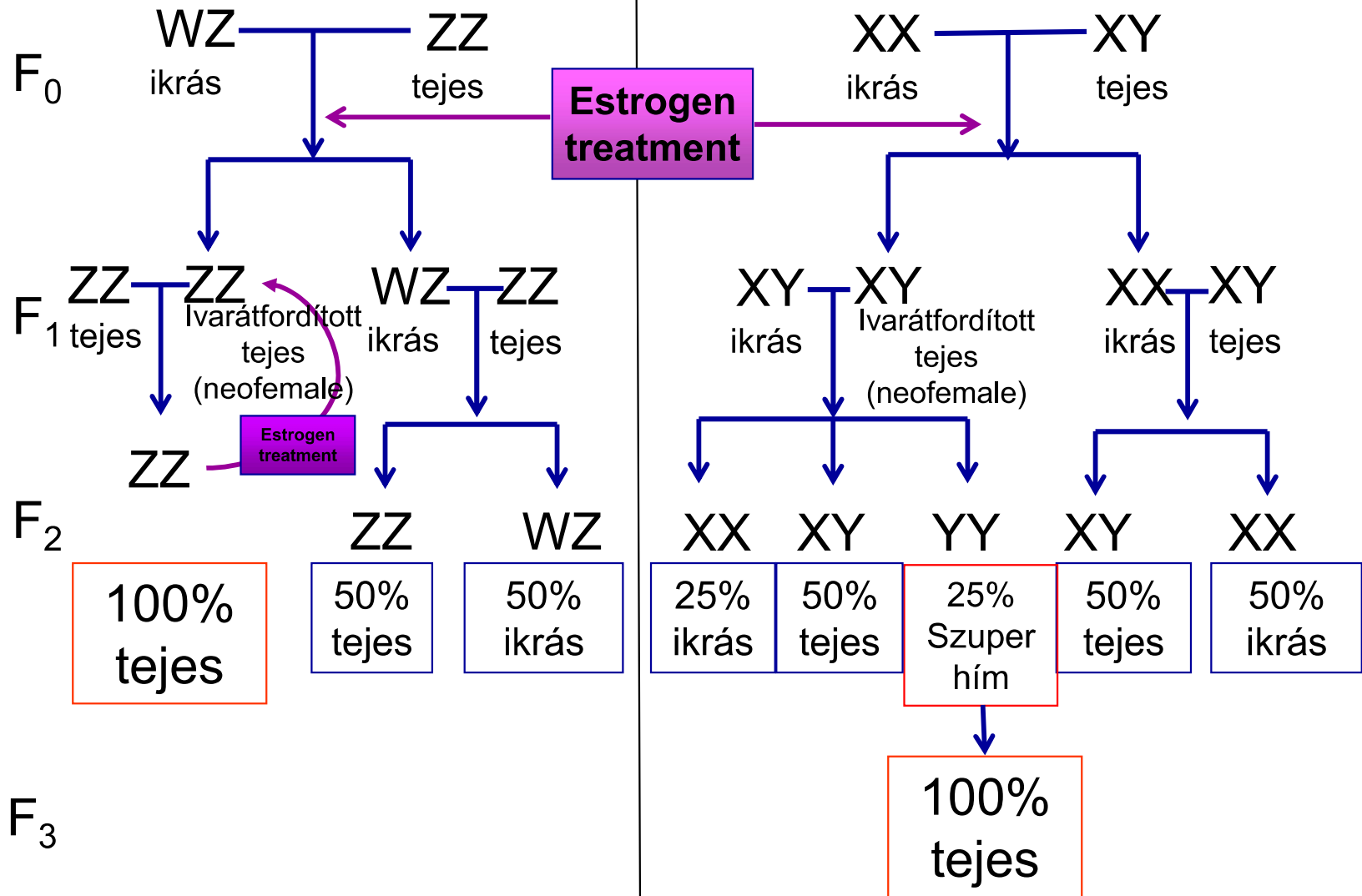
Csak tejesekből
álló állomány



Direkt maszkulinizáció

1. Bármely fajon alkalmazható
2. A tesztoszteron különböző formáival végezhető
(főleg metil tesztoszteron)
3. Széleskörűen alkalmazott módszer
4. A közvélemény által nem elfogadott

Indirekt maszkulinizáció



Indirekt maszkulinizáció

Előnyök:

A piaci hal nincs kezelve szteroidokkal
Bármely halfajon alkalmazható
Közvélemény által jobban elfogadható

Hátrányok:

Több mint 1 generáció a folyamat
Az ivarátfordított ikrásokat és szuper hímeket
azonosítani kell

A piaci tilápia termelésben használják
~95 - 98% tejest állítanak elő általában.

Interspecifikus hibridizáció



Hornorum tilapia tejes

ZZ

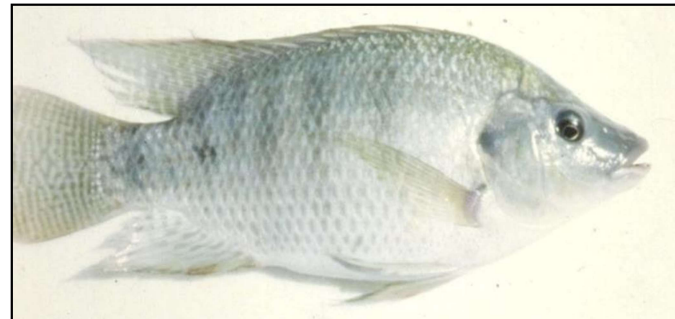
└───→ **XZ**

XX

Nile tilapia ikrás



Csak tejes hibrid tilapia



A hibridek fertilisek és visszakeresztezhetők bármely szülői vonallal.

Interspecifikus hibridizáció

<i>O. mossambica</i>	F	X	<i>O. hornorum</i>	M	--->	98-100%	M
<i>O. nilotic</i>	F	X	<i>O. aurea</i>	M	--->	100%	M
<i>O. nilotic</i>	F	X	<i>O. variabilis</i>	M	--->	100%	M
<i>O. nilotic</i>	F	X	<i>O. macrochir</i>	M	--->	100%	M
<i>O. nilotic</i>	F	X	<i>O. leucostica</i>	M	--->	100%	M
<i>O. nilotic</i>	F	X	<i>O. hornorum</i>	M	--->	100%	M
<i>O. nigra</i>	F	X	<i>O. leucostica</i>	M	--->	100%	M
<i>O. nilotic</i>	F	X	<i>O. aurea</i>	M	--->	100%	M



Oreochromis mossambicus x *O. aureus*
O. Mossambicus x *O. hornorum*
O. spilurus niger x *O. macrochir*
O. spilurus niger x *O. hornorum*
O. aureus x *O. hornorum*
Tilapia zillii x *O. andersonii*

Az összes utód azonos ivarú

Kromoszóma szett manipulációk

Androgenezis,

Gynogenezis,

Polyploidia,

Monoszeksz,

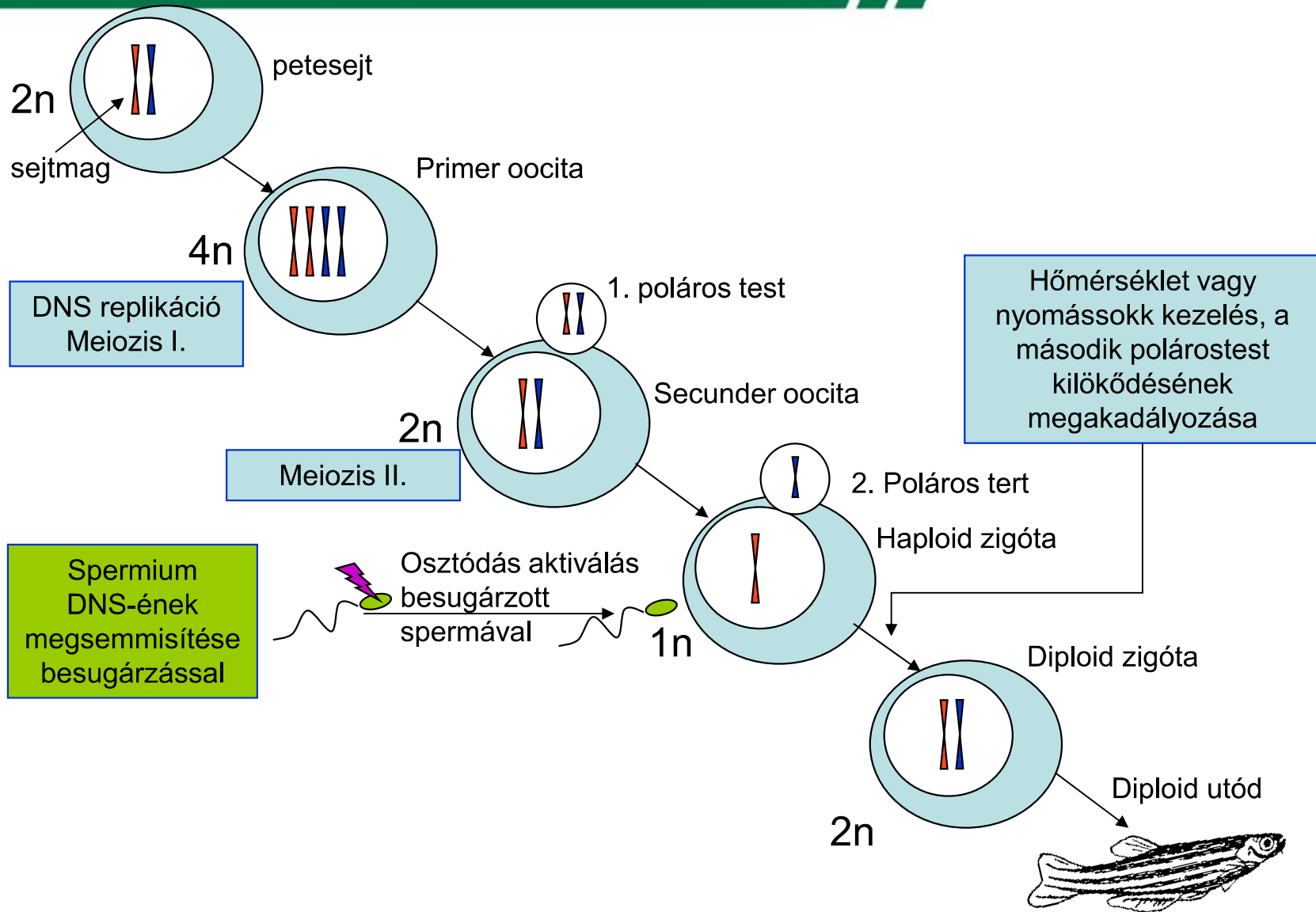
...

Gynogenezis 1.

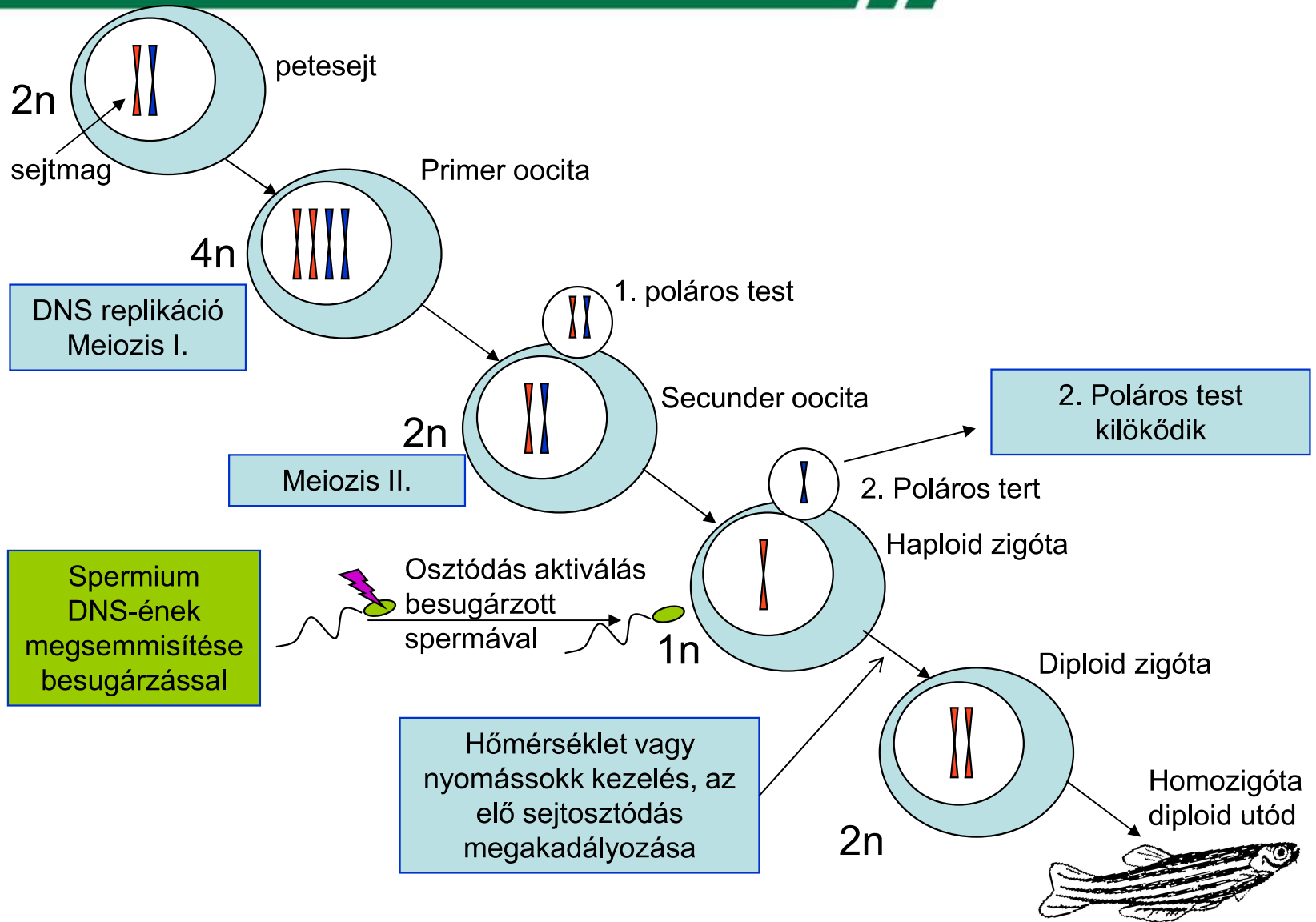
Gynogenezis: anyai örökítés, a hím ivarú szülő genomját kizárjuk az utódok létrehozásából

- Meiotikus gynogenezis: A második poláros test kilökődésének megakadályozásával valósítható meg (heterozigóta utódok)
- Mitotikus gynogenezis: Az első mitotikus osztódás megakadályozása útján valósítható meg (homozigóta utódok)

Meiotikus ginogenezis



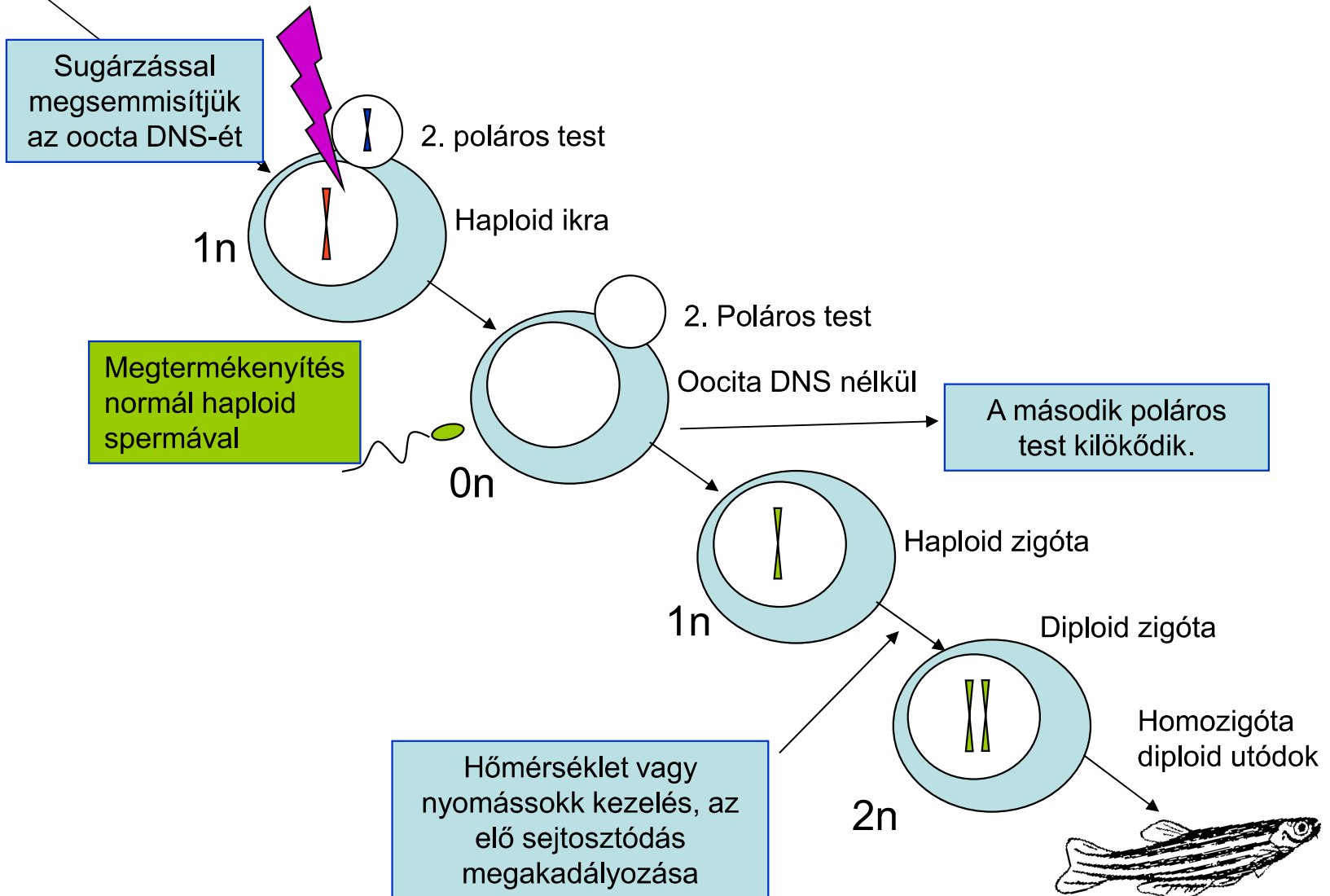
Mitoikus ginogenezis



Androgenezis 1.

Androgenezis: apai örökítés, a nőivarú szülő genomját kizárjuk az utódok létrehozásából.

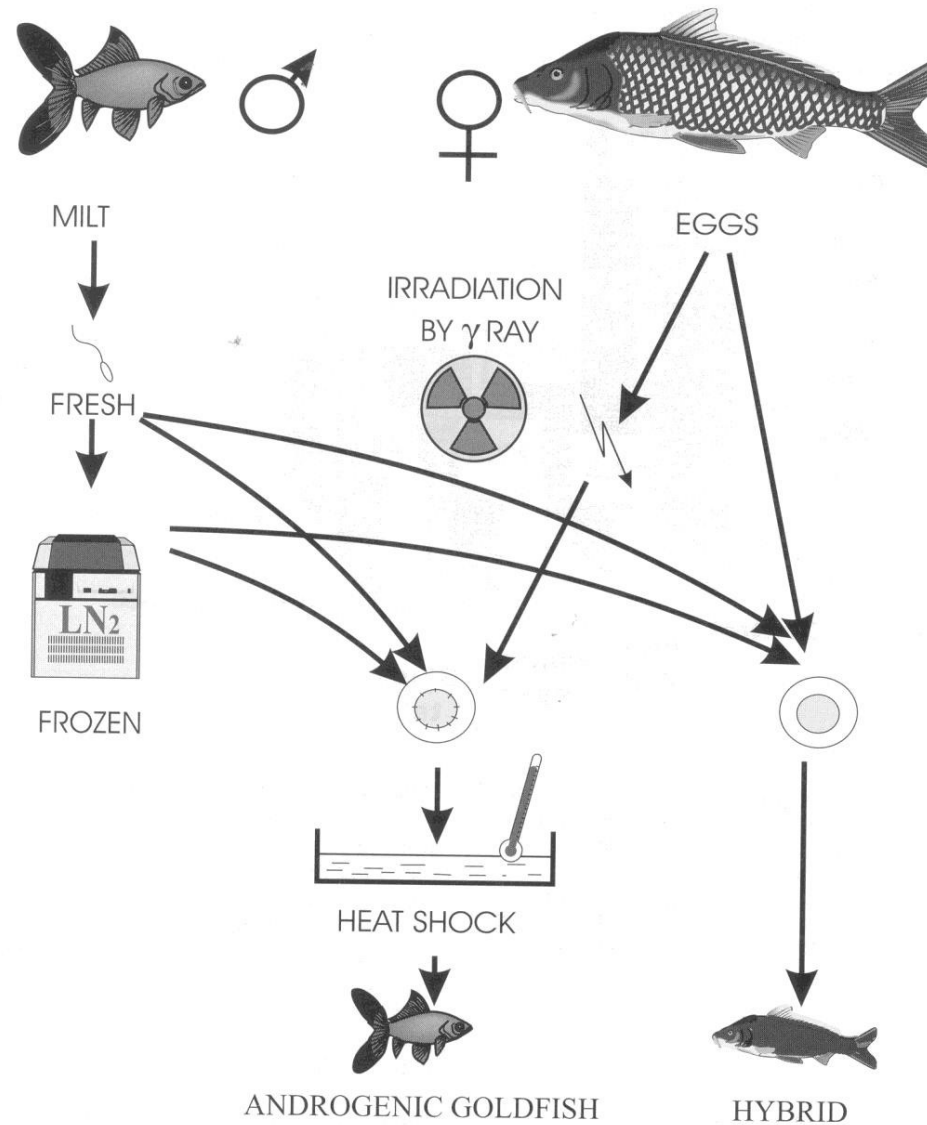
Androgenezis 2.



Interspezifikus Androgenezis 1.



Interspecific Androgenesis 2.



Ploiditás manipulációk

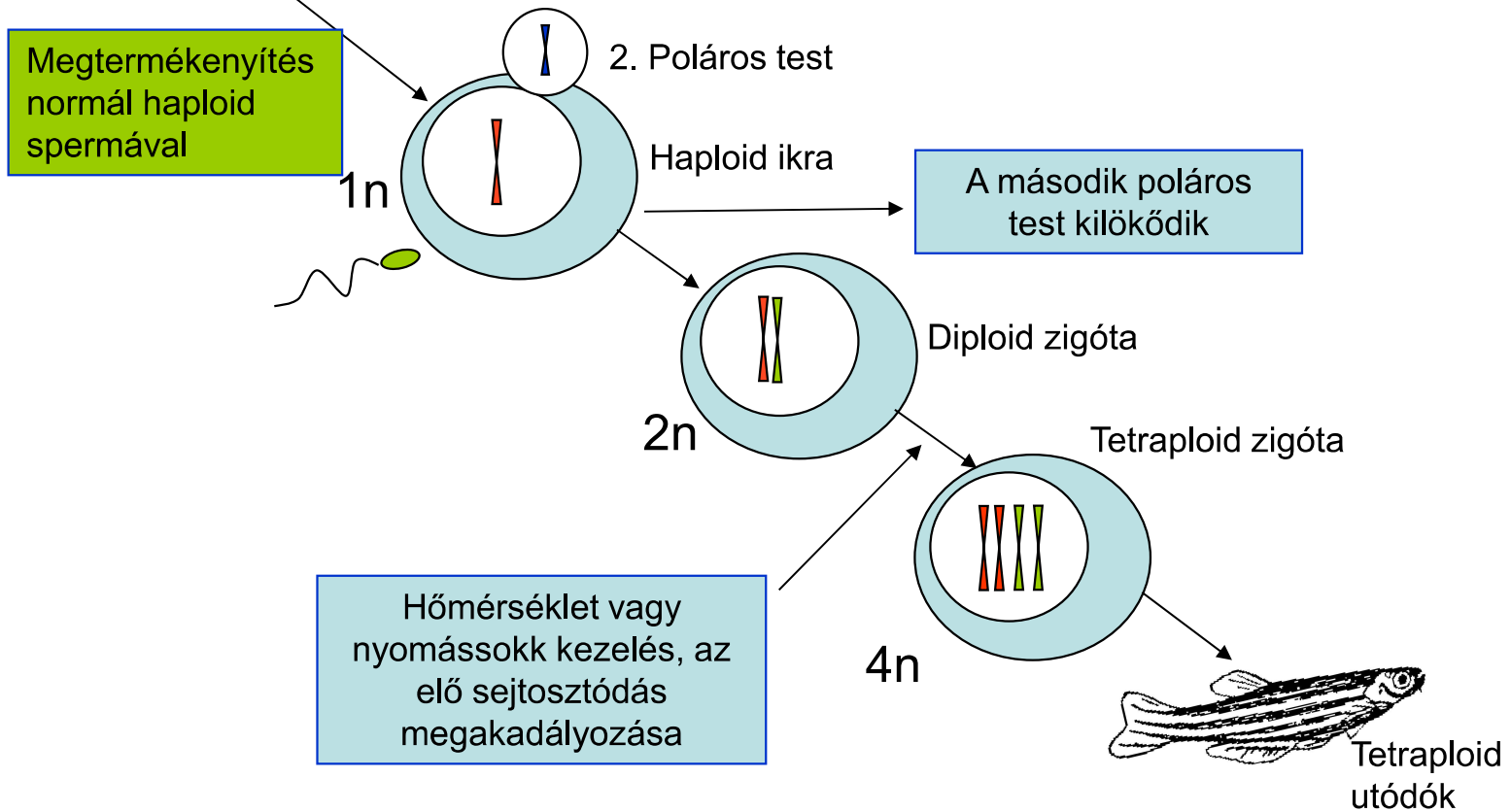
1. Dihaploidia

- Androgenezis ($2n$)
- Mitotikus Gynogenezis ($2n$)

2. Indukált Polyploidia

- Tetraploidia ($4n$)
- Triploidia ($3n$)

Tetraploidok létrehozása



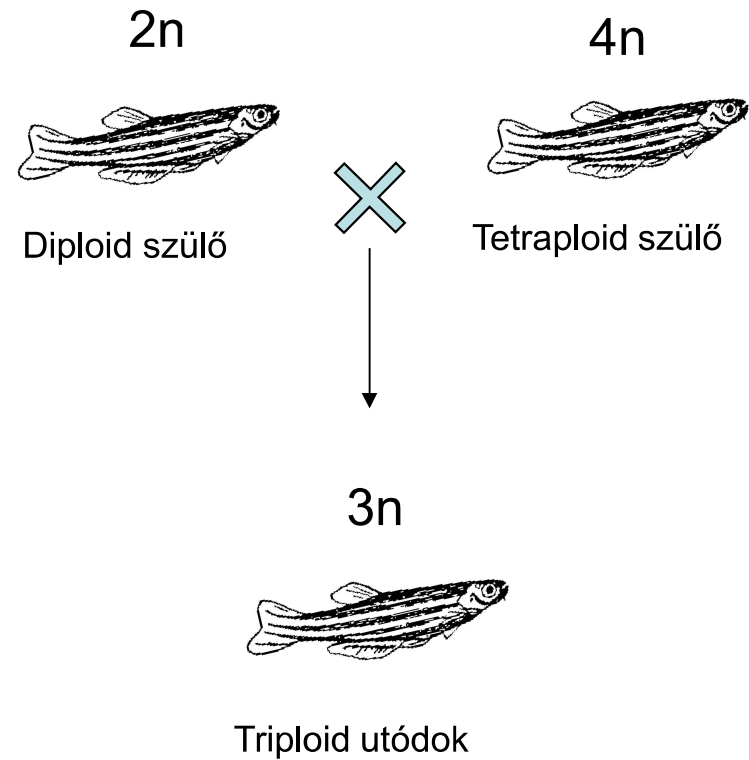
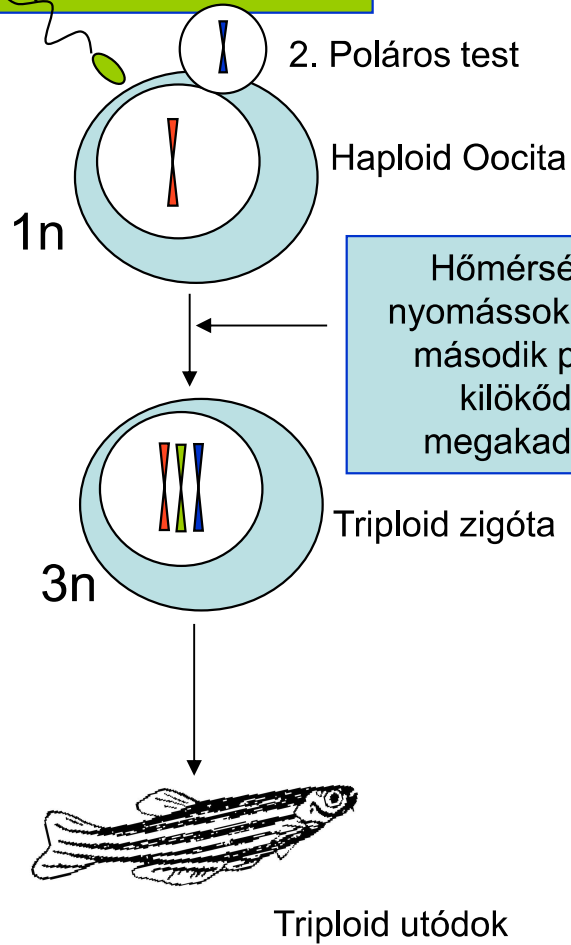
Tetraploidok létrehozása

Cél: nagyobb termelékenység

- Nagyobb testméret
- Jobb alkalmazkodóképesség
- Nagyobb diverzitás
- Triploid utódok szülő generációja

Triploidok létrehozása

Megtermékenyítés
normál haploid
spermával



Triploidok létrehozása

Cél: nagyobb termelőkéesség

- A legtöbb triploid hal steril– a sterilitás nem garantált!!
- Nincs vagy csökkent ivartermék előállítás-
magnövekedett hús termelés.
- Nem okoz környezeti kockázatot.
- Sikeres alkalmazások:
 - Triploid amúr és pisztráng az USA-ban
 - Szivárványos pisztráng Skóciában & lazac az UK-
ban
 - Ponty Indiában

Molekuláris markerek alkalmazása a halbiológiában

Dr. Kovács Balázs

Genetikai markerek

Definíció: (könyvjelzők) Jelzésre alkalmas fehérjék, gének, DNS szakaszok amelyeknek több változatuk (alléljuk) van.

Típusai:

- Fenotípusos markerek (testforma, szín, pikkelyek, úszósugarak)
 - Fehérje polimorfizmusok
 - DNS polimorfizmusok
- } Molekuláris markerek

A fenotípusos markerek jellemzői

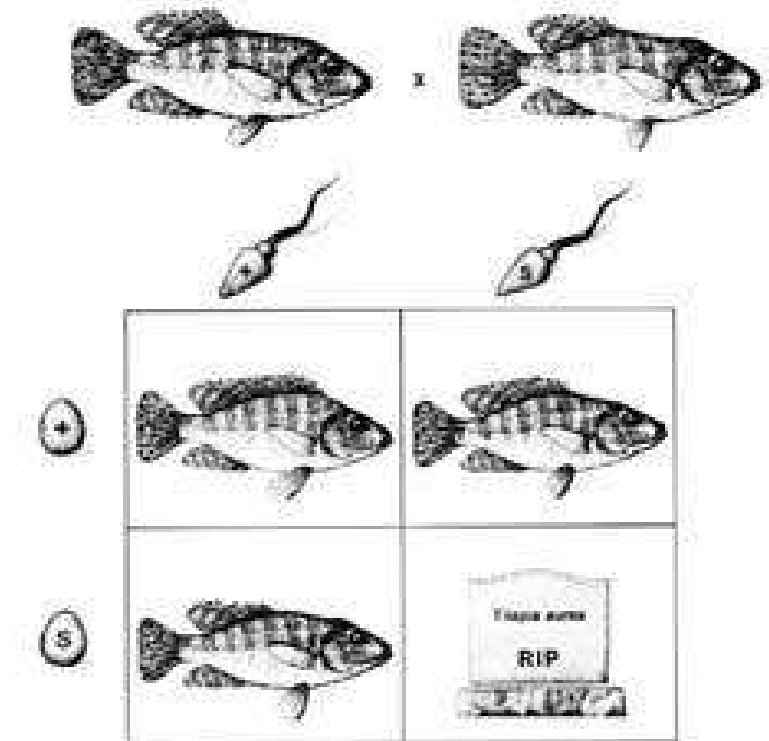
- A környezet nem befolyásolja a megjelenésüket
- Klasszikus mértékegységekkel (kg, cm, stb.) nehezen jellemezhetők
- Megjelenési formák jól elkülönülnek (nem fokozatos az egyiktől a másikig) – **Diszkontinuens**
- Nemzedékről nemzedékre jelentkeznek a formák
- Egy vagy csak néhány gén határozza meg
- Többnyire a mendeli genetikával leírható az öröklődésük
- Gazdasági jelentőségük az esetek többségében alacsony

Ide tartoznak: színek, farokúszó formák, pikkelyezettség, stb.

Fenotípusos markerek

Oreochromis aureus-Saddleback

- Hátúszó deformáció (Auburn University , Israel)
- Domináns fenotípus
- Heterozigóta formában csökkenti a túlélő képességet (3 hónaposan 67%)
- Stresszérzékenység
- Homozigóta formában letális



Fenotípusos markerek

Letális gének:

Xiphophorus helleri - Simpson úszó



Szemiletális:

Xiphophorus helleri - Líra úszó



Ictalurus punctatus - albinizmus



Xiphophorus helleri - Berliner mintázat



Fenotípusos markerek

Nagyhatású gén – jelentős termelésnövekedést okozó gének

Szivárványos pisztráng – fémeskék testszín – több változat

Yamazaki 1974- Japán (cobalt blue)

Összefüggésbe hozták az elhízással,

Máj és vese elégtelenségekkel



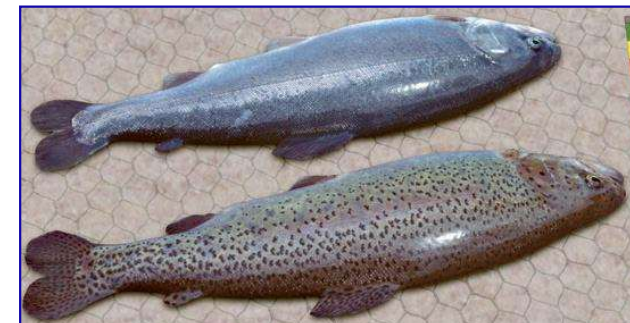
Kincaid 1975- Nagybritannia (iridescent metallic blue),

Nagyobb növekedési erély

Blanc, 2006- Franciaország (cobalt blue)

– 25% termelés kiesés,

kiseb túlélőképesség, kisebb testtömeg



Genetikai markerek

Definíció: (könyvjelzők) Jelzésre alkalmas fehérjék, gének, DNS szakaszok amelyeknek több változatuk (alléljuk) van.

Típusai:

- Fenotípusos bélyegek (testforma, szín, pikkelyek, úszósugarak)
 - Fehérje polimorfizmusok
 - DNS polimorfizmusok
- } Molekuláris markerek

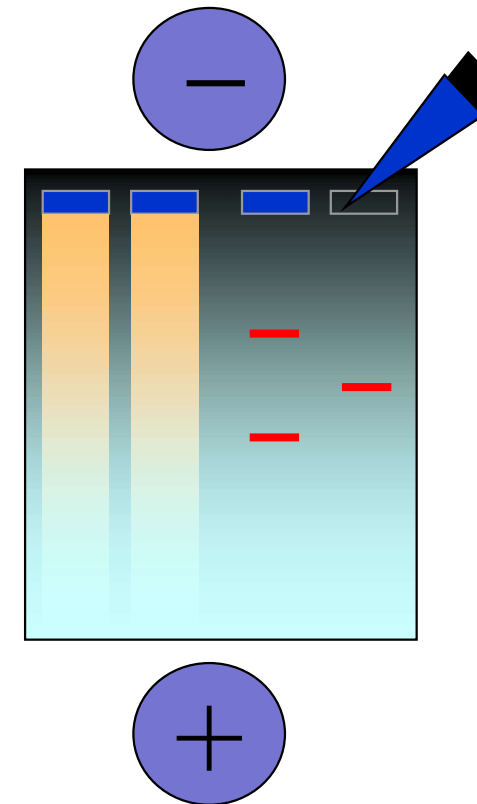
Fehérje polimorfizmusok

Az első Sick 1961 (Nature, 192, 894-6)

Hemoglobin variánsok (Vékonybajszú tőkehal – *Merlangius merlangus*; Atlanti tőkehal - *Gadus morhua*)

Eljárás:

- Fagyasztott vagy friss mintából
- Keményítő gél, poliakrilamid gél,
- Specifikus festési eljárások
- Allélok (más méret, más szerkezet, más töltés)



Fehérje polimorfizmusok

Előnye:

- a kidolgozott rendszer **más fajok** vizsgálatára is alkalmazható

Hátránya:

- **50-60 izoenzim** azonosítottak
- Számos enzim **szövetspecifikus**
- Az **allélek száma** viszonylag alacsony (2-6). Ennek oka, hogy a fehérjék szerkezete meglehetősen kötött.
- A genom **kódoló 1-3%-ából** származnak
- **Időigényes**
- mintázat eltérésének **értékelése** nehézkes

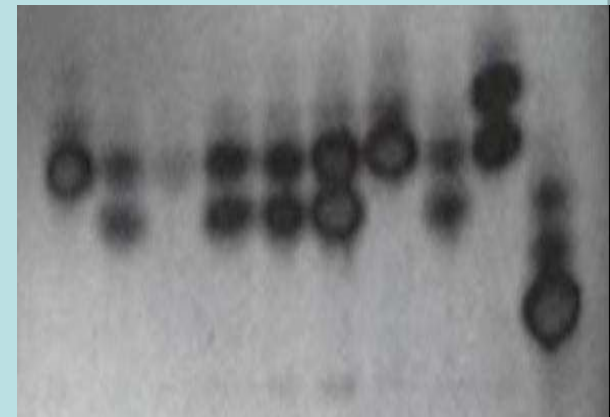
Stressz érzékenység
(Fém, pesticid, hő és só)



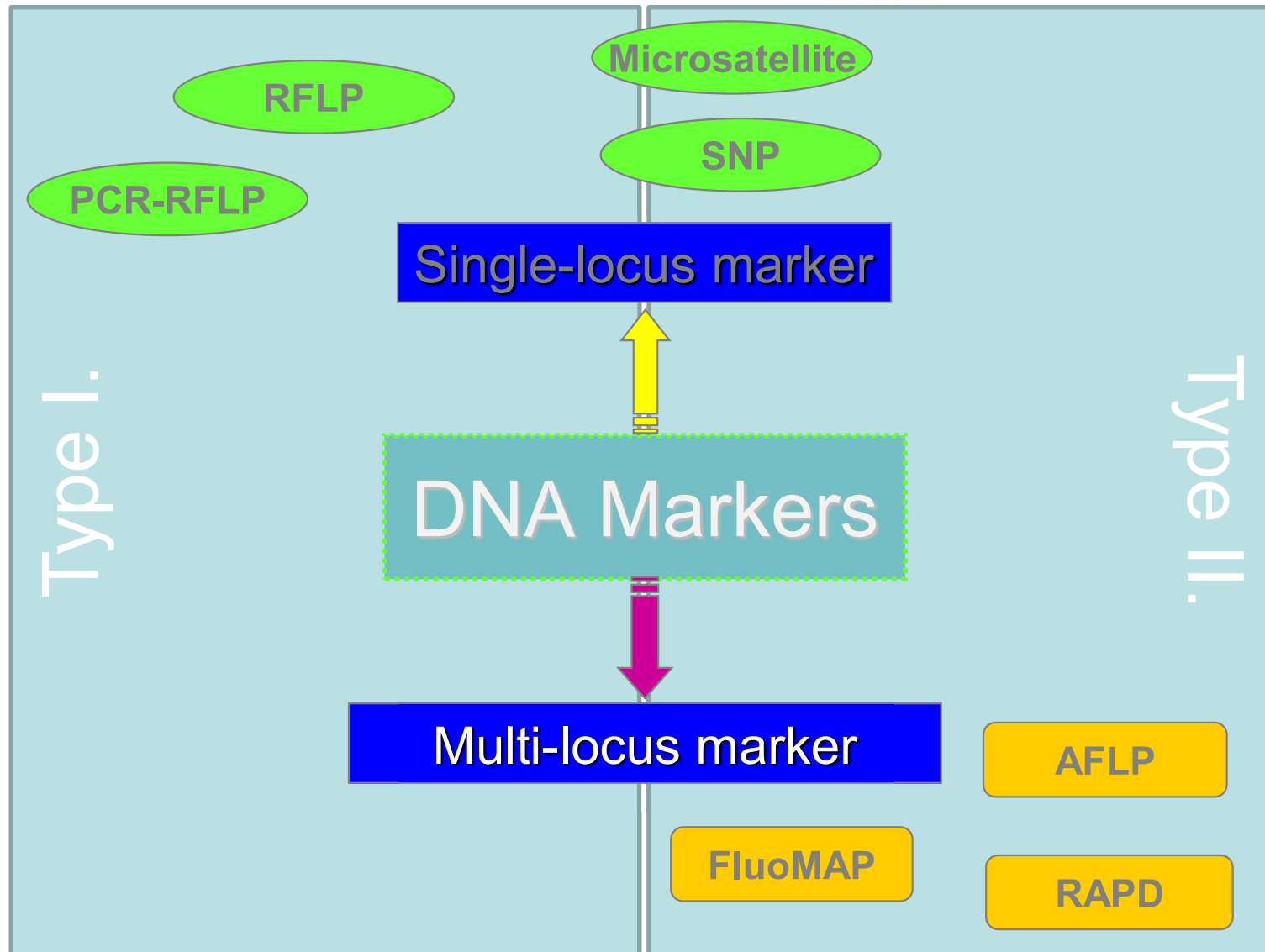
Gambusia holbrooki

Glucose-6-phosphate isomerase
Malate dehydrogenase

(Lewis 2001)



DNA Markers



A markerek felhasználhatók

- Populációk **genetikai diverzitás** felmérésére
 - Fajok,
 - Alfajok,
 - Fajták,
 - Variánsok,
 - Hibridek
- } **Elkülönítésére / azonosítására**
- **Szelekcióra**
 - **Beltenyésztettség** mértékének vizsgálatára
 - **Géntérképezésre**
 - **Androgenezis és gynogenezis** sikerességének ellenőrzésére
 - **Specifikus markerek** izolálására
 - **Származásellenőrzésre**