

A TYÚKOK TOLLAZATA

A tyúkoknál a tollak sávos mintázata hím és nőivarú egyedeknél is előfordul. Ezt a tulajdonságot az ivari kromoszómához kötött gén határozza meg. Ennek a génnek b recesszív allélja egyszínű, B domináns allélja pedig sávozott tollak kialakulását eredményezi. (Vegye figyelembe, hogy a madaraknál a hímek XX , a nőtények pedig XY ivari kromoszómákat hordoznak!)

Sávozott tollú tyúkot kereszteznek egyszínű tollazatú kakassal.

1. Írja fel a keresztezett egyedek genotípusát, feltüntetve a nemüket is!
2. Milyen fenotípusú utódok és milyen arányban várhatók az utódnemzedékben?
Válaszában az állatok ivarát is adja meg!

A házityúkok másik tenyészetében az egyik nőivarú madár petefészket fiatal korában betegség pusztítja el. Ennek következtében a szervezetében here fejlődik ki, amely hím ivarsejteket termel. Az állat tollai sávozottak. Amikor felnő, keresztezik egy egyszínű tollú tyúkkal. A megtermékenyített tojások negyedéből nem kel ki kiscsirke.

3. Mi a magyarázata annak, hogy a tojások egy részéből nem kel ki utód?
4. Az utódnemzedékben várhatóan milyen fenotípusú utódok és milyen arányban fejlődnek ki? Válaszában az állatok ivarát is adja meg!

Megoldás

1. $X^B Y \text{♀} \times X^b X^b \text{♂}$
2. 1/2 sávozott tollú hím, 1/2 egyszínű tollú nőtény
3. Az YY ivari kromoszómakombináció életképtelenséget okoz.
4. Sávozott tollú hím : sávozott tollú nőtény : egyszínű tollú nőtény = 1:1:1

KÉTLAKI NÖVÉNY ÖRÖKLŐDÉSE

Az aszparágusz kétlaki növény, ivari kromoszómái azonban nincsenek. Az egyedek ivarát egyetlen gén alléljai határozzák meg. A porzós virágú egyedekben H domináns allél található. Ugyanezen gén recesszív h allélja határozza meg a termős virágú egyed kialakulását.

1. Az ivarmeghatározás szempontjából milyen genotípusúak lehetnek az aszparágusz
 - a) porzós egyedei?
 - b) termős egyedei?
2. Homozigóta aszparágusz példányokat keresztezünk.
 - a) Milyen genotípusarány és milyen ivararány alakul ki az első utódnemzedékben?
 - b) Döntse el, létrejöhet-e második utódnemzedék! Ha nem, miért nem? Ha igen, milyen ivararány alakul ki a második utódnemzedékben?

Az aszparágusznál a szokásostól szélesebb levél kialakulását okozza egy másik gén domináns allélja (L).

Széles levelű porzós növényt kereszteztek keskeny levelű termőssel. Az utódok között porzós és termős példányok is voltak, de valamennyien széles levelűek voltak. A keresztezés során mutáció pedig nem történt.

3. Írja fel a keresztezett szülőegyedek genotípusát!

4. Milyen genotípusú utódok és milyen arányban várhatók?

Megoldás

1. a) HH és Hh
b) hh
2. a) Minden utód Hh genotípusú, porzós.
b) Második utódnemzedék nem jöhet létre, mert a porzósok egymással nem szaporodnak.
3. HhLL x hhll
4. HhLl és hhLl genotípusúak 1:1 arányban várhatók.

A MACSKÁK BUNDÁJA

A házimacskák mellkasi tájékán megjelenő fehér folt kialakulását egyetlen gén határozza meg. (A fehér folt a hím- és nőivarú egyedekben azonos arányban fordul elő.) A fehérfoltos nőtények és kandúrok utódai között folt nélküli és fehérfoltos kiscicák is előfordulhatnak, de ha a szülők mellkasán nincs fehér folt, akkor utódaik is mindig fehér folt nélküliek.

1. Melyik a domináns allél? Válaszát indokolja meg!

A macskák szőrének hosszúságát egy másik gén határozza meg. A domináns allél a rövid, a recesszív allél pedig a hosszú szőrzet kialakulásában játszik szerepet.

Mindkét tulajdonságra nézve homozigóta domináns macskákat kereszteztek folt nélküli – hosszú szőrűekkel.

2. Milyen lett az első utódnemzedék fenotípus aránya? (Mutáció nem történt.)

Az első utódnemzedék egyedeinek keresztezésével létrejött második utódnemzedék tagjai közt a szőrhosszúság és a foltosság minden kombinációja megjelent. A fehérfoltos – rövid szőrű egyedek száma háromszorosa volt a fehérfoltos – hosszú szőrűek számának, az utóbbiak száma pedig szintén háromszor haladta meg a folt nélküli – hosszú szőrűek számát.

3. Az adatok felhasználásával döntse el, hogy a vizsgált két gén ugyanazon kromoszómához kapcsol-e, vagy pedig függetlenül öröklődik! Válaszát indokolja meg!

Megoldás

1. A fehér folt kialakulását domináns allél határozza meg. Így lehetséges, hogy heterozigóta fehérfoltos macskák utódai között foltos és folt nélküli egyedek is megjelennek. (A folt nélküliek pedig homozigóta recesszívek, és ezért utódaik is mindig csak ugyanolyan fenotípusúak lehetnek).
2. Az első utódnemzedék valamennyi egyede fehérfoltos – rövid szőrű.
3. A második utódnemzedék fenotípus aránya a 9:3:3:1 arálynak felel meg, ami szabad kombinálódásra utal.

FÜLCIMPA

Egy osztály tanulói örökléstan könyvet lapozgatva a rajzon látható különbségekről azt olvasták, hogy a fülcimpa alakját egyetlen gén két allélja határozza meg. A jobb oldali formát szabad fülcimpának nevezik, a bal oldalt pedig lenőtt fülcimpának, mivel a cimpa legalsó pontja az arcbőrrel összenőtt.



Az osztály tanulói elhatározták, hogy az iskolában a tanulótársaikon és családjaikban e jelleget felmérik és populációgenetikai elemzést végeznek a gyűjtött adatokból. Felmérésük eredménye a következő lett:

- A diákok 9%-a volt lenőtt fülcimpájú.
- A családvizsgálatok eredményeit a következő két táblázat mutatja:

Lenőtt fülcimpájú gyerekek szüleinek fenotípusa:

szülők	A	B	C	D
apa	lenőtt	lenőtt	szabad	szabad
anya	lenőtt	szabad	lenőtt	szabad

Szabad fülcimpájú gyerekek szüleinek fenotípusa:

szülők	E	F	G
apa	lenőtt	szabad	szabad
anya	szabad	szabad	lenőtt

Az adatok alapján a következő kérdésekre és feladatokra adott válaszait írja a megoldólapjára a számok sorrendjében.

1. A fenti adatok ismeretében hogyan öröklődik a szabad és a lenőtt fülcimpa?
2. Írja le a "D" illetve az "F" típusú családban a szülők genotípusát! Tetszőleges betűjelzéseket választhat.
3. Az egyik "E" típusú családban testvér születését várják. Lehetséges-e, hogy lenőtt fülcimpájú lesz a születő gyermek? Válaszát a genotípusok felírásával indokolja!

Megoldás

1. szabad fülcimpa domináns (ha ez lenne a recesszív 2 szabad cimpájú szülőnek (D) nem lehetne lenőtt cimpájú gyereke)
lenőtt fülcimpa recesszív
2. D-ben mindkét szülő heterozigóta Aa
F-ben mindkét szülő AA vagy az egyik Aa
3. Lehetséges, aa (apa) x Aa (anya) esetén

A GYŰSZŰVIRÁG SZÍNE

Gyógynövénytermesztéssel foglalkozó társaság gyűszűvirágot telepít egy zárt kertben. A magokat hivatalos vetőmag-forgalmazó cégtől szerzi be. A magforgalmazó állítása szerint a magból csak fehér, vörös foltokkal tarkított virágú növények várhatók. Az első évben ez teljesült is, azonban a termesztők által összegyűjtött magok elvetésével a következő nemzedékben - a szülői típus mellett - 3/16 arányban egyszínű sötétvörös és 4/16 arányban egyszínű fehér virágú utódok is megjelentek. A virágszín öröklődésének tisztázása érdekében a termesztők többféle keresztezést is végeztek e nemzedék nem várt virágszínű egyedeivel. Eredményeiket az alábbi táblázat foglalja össze:

szülők virága	utódok fenotípusa
egyszínű fehér x egyszínű fehér	csak egyszínű fehér
sötétvörös x sötétvörös	csak sötétvörös
sötétvörös x sötétvörös	sötétvörös és fehér

1. Legalább hány gén szerepét feltételezi a kísérletben szereplő gyűszűvirág színének öröklődésében?
2. Feltételezhető-e kapcsolt gének hatása ebben az öröklésmenetben? Válaszát röviden indokolja meg!

A következő kísérletekhez a termesztők olyan sötétvörös virágú növényeket használtak, amelyek egymással keresztezve több nemzedéken át csak sötétvörös virágú utódokat hoztak. A keresztezések eredményét az alábbi táblázat foglalja össze:

szülők virága	utódok fenotípusa
I. sötétvörös x fehér1	mind vörösfoltos fehér
II. sötétvörös x fehér2	mind sötétvörös
III. sötétvörös x fehér3	vörös foltos fehér és sötétvörös

A kapott eredmények alapján oldja meg a feladatokat!

3. Egyszerű választás

- a sötétvörös virágú növények csak homozigóták lehetnek
- a fehér színt meghatározó allél megakadályozza a vörös foltok kialakulását a virágon
- a foltos virág egyértelműen környezeti hatások következtében alakul ki
- a foltos jelleg kialakulását egy minden körülmények között érvényesülő domináns allél határozza meg
- egyik válasz sem igaz a fentiek közül

4. Írja fel a keresztezésben szereplő három fehér virágú növény genotípusát!

5. A III. keresztezésben mennyi volt a sötétvörös virágú utódok előfordulási gyakorisága?

Megoldás

- kettő
- nem, az ismertetett keresztezés utódainak megoszlása szabad kombinálódásra utal
- A
- fehér1: aaBB
fehér2: aabb
fehér3: aaBb
- 1/2

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB foltos	AABb foltos	AaBB foltos	AaBb foltos
Ab	AABb foltos	AAbb vörös	AaBb foltos	Aabb vörös
aB	AaBB foltos	aABb foltos	aaBB fehér	aaBb fehér
ab	AaBb foltos	aAbb vörös	aaBb fehér	aabb fehér

A LEDNEK TULAJDONSÁGAINAK ÖRÖKLŐDÉSE

A lednek növény termetét egyetlen gén két allélja (M és m) befolyásolja. A növények magassága a genotípustól függően háromféle. Az mm genotípusú növények alacsonyak. A lednek virágszínét egy másik kromoszómán elhelyezkedő gén két allélja (K és k) határozza meg: a piros virágszín domináns, a kék pedig recesszív módon nyilvánul meg.

- Egy $KkMm$ genotípusú növény virágjában a meiózis során milyen arányban képződnek KM genotípusú ivarsejtek?
- Két $KkMm$ genotípusú lednek keresztezésekor az utódok között milyen arányban lehet a szülőkével megegyező genotípusúak megjelenésére számítani?

Egy heterozigóta piros virágú, közepes termetű, valamint egy kék virágú, magas termetű lednek növényt kereszteztek egymással.

- Az utódok között milyen arányban jelennek meg kék virágú, magas példányok?

Megoldás

- $\frac{1}{4}$
- $\frac{1}{4}$
- a kék–magas utódok aránya = $\frac{1}{4}$

A KECSKÉK SZARVA

Az egyik kecskefajtánál a normális, egyenes szarv mellett gyakran előforduló tulajdonság a szarv erőteljes görbültsége. Egyenes szarvú hímek és görbe szarvú nőtények utódai közt a nőtény gidák mindig egyenes szarvúak, a hímek szarva pedig görbe.

1. Jellemezze egy mondattal, de pontosan, hogyan öröklődik a görbe szarv!
2. Milyen geno- és fenotípusú kecskegidákra számíthatunk és milyen arányban a fenti keresztezés második utódnemzedékében, tehát ha az egyenes szarvú nőtényeket és a görbe szarvú hímeket egymással keresztezzük?

Megoldás

1. X ivari kromoszómához kötötten, recesszív allél örökíti.
2. Nőtények: 50% $X^G X^g$ egyenes szarv, 50% $X^g X^g$ görbe szarv
Hímek: 50% $X^G Y$ egyenes szarv, 50% $X^g Y$ görbe szarv

A BOGARAK SZÍNE

Egy bogárfaj színét egy testi kromoszómán elhelyezkedő gén befolyásolja. A domináns **F** allél barna, a recesszív **f** allél pedig sárga szín kialakulását eredményezi. Mindez azonban csak a hímekre jellemző, a nőtény állatokban jelen levő hormonok ugyanis gátolják a barna szín kialakulását. Ezért a nőtények az **F**, **f** allélok bármely kombinációja esetén csak sárgák lehetnek. (A bogaragnál az ivar kromoszomális meghatározása az emlősökéhez hasonlóan történik.)

1. Írja fel a barna színű bogarak lehetséges genotípusát az ivari kromoszómák feltüntetésével!
2. Egy sárga hím bogár hímivarú utódai mind barnák voltak. Írja le a keresztezésben részt vevő két szülőgyed genotípusát! A genotípusban az ivari kromoszómákat is tüntesse fel!
3. Egy barna hím bogár hímivarú utódainak 75%-a barna, a többi pedig sárga lett. Írja le a keresztezésben részt vevő két szülőgyed genotípusát! A genotípusban az ivari kromoszómákat is tüntesse fel!

Megoldás

1. FFXY és FfXY
2. FFXX (nőtény) x ffXY (hím)
3. FfXX (nőtény) x FfXY (hím)

A BORSÓ TULAJDONSÁGAI

Gregor Mendel a 19. században végezte úttörő genetikai kísérleteit, főképp borsónövényekkel.

Egyik vizsgálatában zöld hüvelyű borsónövényeket keresztezett sárga hüvelyűekkel, és azt tapasztalta, hogy az utódok (F1) mind zöld hüvelyűek lettek.

Az első utódnemzedék zöld hüvelyű borsónövényeinek egymás közti keresztezése után a második utódnemzedékben (F₂) 428 növény termésfala zöld volt, 152 növényé pedig sárga.

1. Milyen öröklésmenet jellemző a borsótermés hüvelyszínének öröklődésére?
 2. Írja fel a második utódnemzedék várható genotípusarányát - a hüvely színét meghatározó gént jelölje az A illetve a betűjelzésekkel!
- A borsó virágainak színe lehet lila vagy fehér. A lila virágszín meghatározó allél domináns (B) a fehér szín alléljával szemben (b). A virágszín a termés színétől függetlenül öröklődik. Homozigóta lila virágú, sárga hüvelyű borsókat kereszteztünk szintén homozigóta zöld hüvelyű, fehér virágú egyedekkel.
3. Adja meg az első utódnemzedék fenotípusarányát!
 4. Az utódokat egymással keresztezve létrejött második utódnemzedék 240 egyedből áll. A valószínűségeket figyelembe véve számolja ki, hogy a 240 példány közül hány lila virágú-zöld hüvelyű és hány fehér virágú-sárga hüvelyű!

Megoldás

1. domináns-recesszív
2. 1 AA : 2 Aa : 1 aa
3. 100% lila virágú-zöld hüvelyű
4. 135 lila virágú-zöld hüvelyű
15 fehér virágú-sárga hüvelyű

VIRÁGOK SZÍNE

Egy liliumfaj virágszínét három függetlenül öröklődő gén két-két allélja alakítja ki. A mindhárom génre nézve homozigóta recesszív növény virágja fehér. A domináns allélok azonos mértékben befolyásolják a virágszínét; hatásuk összegződik, így a lila különböző színárnyalatait eredményezik.

1. Hányféle fenotípusú lehet a növény virágszíne szerint?
2. Homozigóta recesszív és homozigóta domináns szülők keresztezését követő második utódnemzedékben (F₂) milyen arányban fordul elő az AabbCc genotípus?
3. Az F₂ utódnemzedék két egyedének (x és y) önmegtermékenyítéséből származó utódok fenotípusaránya a következő:

- x) 1 fehér : 63 színes
- y) 1 fehér : 3 színes

Milyen lehetett az önmegtermékenyülő F₂-egyedek genotípusa az x) és az y) esetben?

Megoldás

1. hétféle
2. 1 : 16
3. x) mindhárom génre heterozigóta (AaBbCc)
y) egy génre heterozigóta, a többire homozigóta recesszív (Aabbcc, aaBbcc, aabbCc)

A SELYEMLEPKÉK TULAJDONSÁGAINAK ÖRÖKLŐDÉSE

A lepkék ivarmeghatározása a madarakéhoz hasonló.

Silk úr selyemlepke-tenyészetet tartott fenn, és ezek lárvái, a selyemhernyók bábozódásakor képződő selyemfonalat értékesítette. Tenyészetében egy különleges, aranysárga gubójú, ún. Queen fajta is megtalálható volt. Egy Queen hím és egy normális, fehér gubójú nőtény pároztatásából származó nagy egyedszámú első utódnemzedékben az egyedek fele Queen nőtény, fele normális gubójú hím lett.

1. Hogyan öröklődik az aranysárga gubószín?
2. Írja fel a két szülő genotípusát! (Bármilyen betűjelzés helyes használata elfogadható.)

Silk úr a hernyók táplálására az eperfalevelet mindig azonos ültetvényről szerezte be. Egy alkalommal az ültetvényt növényvédő szerrel permetezték, és tévedésből a kötelező várakozási időn belül szállítottak leveleket Silk úr megrendelésére. Néhány hónap múlva Silk úr tenyészetében óriás termetű, falánk hernyók jelentek meg, melyekből a teljes átalakulás után mindig hím lepkék keltek ki. Az új változatot Silk úr "Góliát"-nak nevezte el. A Góliát hímeiket több generáción keresztül normális nőtényekkel pároztatta. A petékből kikelő hernyók 1/3-a mindig Góliát lett. A kikelő lepkék 2/3-a volt hím és 1/3-a nőtény.

3. Hogyan öröklődik a Góliát-jelleg?
4. Mi volt a Góliát hím szülő genotípusa erre a jellegre nézve?
5. Mi okozta az ivararányok ilyen mértékű eltolódását a kapott utódokban?

Megoldás

1. nemhez (X- kromoszómához) kötött recesszív jelleg
2. $X^a X^a$ hím és $X^A Y$ nőtény
3. nemhez (X-kromoszómához) kötött domináns jelleg
4. heterozigóta ($X^G X^g$)
5. a nőtényekben (hemizigóta formában) életképtelenséget okoz

A JUHOK BUNDÁJA

A juhok bundája lehet sima vagy göndör szőrű, illetve szürke vagy fehér. Homozigóta szülők szürke, sima bundájú utódaival két keresztezést végeztek. Az A keresztezésből négyféle fenotípusú egyed származott. A B keresztezésből háromféle utód származott:

- 50%-a sima, szürke,
- 25%-a sima, fehér,
- 25%-a göndör, szürke.

A vizsgált események során mutáció nem történt.

1. Hogyan öröklődik a juhok bundájának színe és a szőr alakja? Válaszát az alábbiak szerint részletezze:

- allélok kölcsönhatása
- kromoszómális elhelyezkedés.

2. Mivel magyarázza az A és B keresztezés eltérő eredményét?

3. Írja fel a kiindulási szülők genotípusát!

Mennyiségi összehasonlítás

4. a. Az A keresztezésben a sima, fehér szőrű utódok aránya;
 b. Az A keresztezésben a göndör, szürke szőrű utódok aránya.

Megoldás

1. domináns-recesszív öröklésmenet
domináns jellegek: sima, szürke; recesszív jellegek: göndör, fehér
testi kromoszómákhoz kötött mindkét gén, kapcsolt a két gén
2. az A keresztezésben az egyik egyednél az ivarsejtek képződésekor géncicserélődés történt, a B esetben nem.
3. AAbb x aaBB
4. C

A PETÚNIA VIRÁGSZÍNE

A virágszín kialakításában kétféle hatás érvényesülhet. Genetikailag meghatározott azoknak az enzimeknek a szintézise, melyek szintelen előanyagból valamilyen színű festék képződését biztosítják. Befolyásolja a szín megjelenését azonban az is, ha többféle színű festékanyag keveredik a szíromlevelek sejtjeiben. A petúnia virágszínét kétféle biológiai folyamat befolyásolja a következő vázlat szerint:

I. → fehér₁ \xrightarrow{E} kék

II. → fehér₂ \xrightarrow{A} sárga \xrightarrow{B} vörös

A folyamatábrákon **A**, **B** és **E** betűk enzimeket jelentenek. Szintézisüket szabályozó gének nem kapcsoltnak öröklődnek. A kék és vörös festék keveredésével alakul ki a petúnia bíbor virágszíne. A kék és sárga festék keveredése pedig zöld pártaszínt eredményez. Egy kertészetben végzett keresztezések F₂ nemzedékében a petúnia virágszínére az alábbi hasadási arányt kapták:

9 bíbor : 3 zöld : 4 kék

1. Milyen lehetett a keresztezésekben szereplő homozigóta szülők geno- és fenotípusa? Ha többféle lehetőség van, mindet írja le! A genotípus leírásánál használja az enzimeket jelölő betűket genszimbólumként! A megoldásnál az alábbi szempontokat vegye figyelembe:

- az adott keresztezésben hány gén alléljai szerepelnek a virágszín kialakításában?
- Hogyan befolyásolják egymás hatását a különböző szintézisutakban szereplő gének?

2. Írja fel egy olyan szülőpár genotípusát, melyből az egyik fehér virágú és a keresztezés F₂ utódnemzedéke 9 bíbor : 3 vörös : 3 kék : 1 fehér arányban hasad!

Megoldás

1. - A hasadási arány alapján kétgénes öröklésmentet
 - Szülők lehetséges geno- és fenotípusai

(EE) aabb x (EE) AABB

kék bíbor

- (EE) AAbb x (EE) aaBB

zöld kék

- kék festék mindig jelen van, EE homozigóta szülők voltak
- vörös, illetve sárga festék nem volt minden kategóriában
- egyik szülő bb, másik BB
- egyik szülő aa, másik AA
- ha aa homozigóta, akkor B domináns allél nem érvényesítheti hatását

2. aa (BB) ee x AA (BB) EE

(A hasadási arány **kétgénes** keresztezést jelent. Mind a vörös, mind a kék pigment képződése biztosított. Fehér virágú az egyik szülő, ez aa genotípust feltételez a 2. bioszintézis útban.)

2.

	AE	Ae	aE	ae
AE	AAEE	AAEe	AaEE	AaEe
Ae	AAEe	AAee	AaEe	Aaee
aE	AaEE	aAEe	aaEE	aaEe
ae	AaEe	aAee	aaEe	aace

1.

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	aABb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	aAbb	aabB	aabb