

Kódszám:



OKTATÁSI HIVATAL

**A 2024/2025. tanévi
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny
második forduló**

**BIOLÓGIA I. KATEGÓRIA
FELADATLAP ÉS VÁLASZLAP**

**Munkaidő: 300 perc
Elérhető pontszám: 75 pont**

ÚTMUTATÓ

A munka megkezdése előtt nyomtatott nagybetűkkel ki kell tölteni a versenyző adatait tartalmazó részt! A beküldendő válaszlapra nem kerülhet sem név, sem más megkülönböztető jelzés!

A feladatlapot a tanulók csak a versenyidő lejártá után vihetik el.

A feladatok megoldásához ceruzán, radíron, vonalzón és **kéken író, nem törölhető tollon kívül csak szöveges adatok megjelenítésére nem alkalmas számológép** használható, **más segédeszköz nem!**

A munkalapokon 68 feladat van. Minden versenyzőnek minden feladatot meg kell oldania. A feladatok megoldási sémája minden feladatnál megtalálható.

A megoldásokat tintával (golyóstollal) kell megjelölni! **A válaszlapon semmilyen módon nem javíthat!** Vigyázzon, mert amennyiben a sorban bármely más jelölés is van – akár kissé elkezdett bekarikázás is –, a feladat megoldása már nem fogadható el!

Elért pontszám:

Bizottsági tagok aláírása:

.....
.....

A VERSENYZŐ ADATAI

Kódszám:

A versenyző neve: oszt.:

Az iskola neve:

Az iskola címe: irsz. város

..... utca hsz.

Az Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyek megvalósulását az NTP-TMV-M-24 projekt támogatja



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM

 **Nemzeti
Tehetség Program**

**A FELADATLAP A 3. OLDALTÓL A 32. OLDALIG A VERSENYZŐNÉL MARADHAT,
CSAK A BORÍTÓLAPOT (1., 2., 39., 40. OLDALT) KÉRJÜK TOVÁBBKÜLDENI!**

KÉRJÜK, ERRE AZ OLDALRA NE ÍRJON!

UTAZÁS A KÉK SZÍN KÖRÜL (8 PONT)

Egy kék színű futrinka faj színét egy testi kromoszómán elhelyezkedő gén által kódolt enzim határozza meg. Az egyik allél által kódolt enzim működőképes, és miatta kék színű hatást kelt a kitinpáncél. A másik allél működésképtelen, más molekulához nem kapcsolódó fehérjét kódol. A működőképes enzim hiányában szürke testszín alakul ki. Csak kék és szürke egyedek ismertek.

1. A fentiek alapján melyik állítás hamis ezzel a futrinka fajjal kapcsolatban?
Válassza ki a helyes válasz betűjelét!
 - A. A szürke nőstények biztosan homozigóták.
 - B. A kék hímek lehetnek heterozigóták.
 - C. A nőstények között a kékek lehetnek heterozigóták.
 - D. A szürke hímek nem biztos, hogy homozigóták.
 - E. A szürke színt kialakító allél recesszív.
2. Mekkora eséllyel lesz egy kék nősténynek ugyanattól a szürke hímtől a nagyon nagyszámú petéből az összes utódja kék? A szürke allél gyakoriságát „b”, a kék allélét „c” betűvel jelöljük, és a populációt ideálisnak tekintjük.
Adja meg a választ paraméteresen a válaszlap megfelelő helyén!

A normál emberi nagyvérköri artériás véroxigén szint 95% feletti érték. Alacsony (90% alatti) véroxigén szint életveszélyes állapotot idézhet elő.

3. Melyik tényező nem lehet oxigénszegény állapot oka? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
 - A. nepáli hegymászó túra
 - B. rosszindulatú daganat a tüdőben
 - C. szénmonoxid mérgezés
 - D. tüdőgyulladás
 - E. szapora légzés (hiperventilláció)

Az alacsony véroxigénszint látható jele lehet az ajkak, az ujjak kékes elszíneződése. A dezoxihemoglobin (oxigént nem kötő hemoglobin) fényelnyelése jelentősen eltér az oxihemoglobintól, ez okozza végeredményben az elszíneződést. Ezt a jelenséget használják fel a pulzoximetriás mérések során. Az ujjra vagy fülcimpára csíptethető készülékkel 660 nm hullámhosszúságú vörös, és 940 nm-es infravörös elektromágneses sugárzás elnyelését mérik, és hasonlítják össze. Magas oxigéntelítettségénél az infravörös, oxigénhiány esetén a vörös sugarak nyelődnek el nagyobb mértékben.

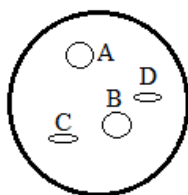
4. Mely állítások igazak a fentiek alapján?

Válassza ki a helyes válaszok (2) betűjelét, és írja a válaszlap megfelelő helyére!

- A. Az oxigéntelítettség mértékét a látható vörös, és nála nagyobb energiájú elektromágneses sugárzás elnyelése alapján mérik.
- B. A mérést olyan helyeken kell elvégezni, ahol csak artériák és hajszálerek találhatók meg.
- C. A pulzoximetriás mérést kisvérköri artériákon szokták elvégezni.
- D. A kékes elszíneződés kapcsolatban áll a dezoxihemoglobin nagy fényelnyelésével a vörös tartományban.
- E. A kisvérköri artériákban alacsonyabb a 660 nm-en és 940 nm-en mérhető elnyelés aránya, mint a kisvérköri vénákban.
- F. A kisvérköri artériákban alacsonyabb a 660 nm-en és 940 nm-en mérhető elnyelés aránya, mint a nagyvérköri vénákban.
- G. Oxigénpalack használata esetén csökken a mérés során a 660 nm-en és 940 nm-en mérhető elnyelés aránya.

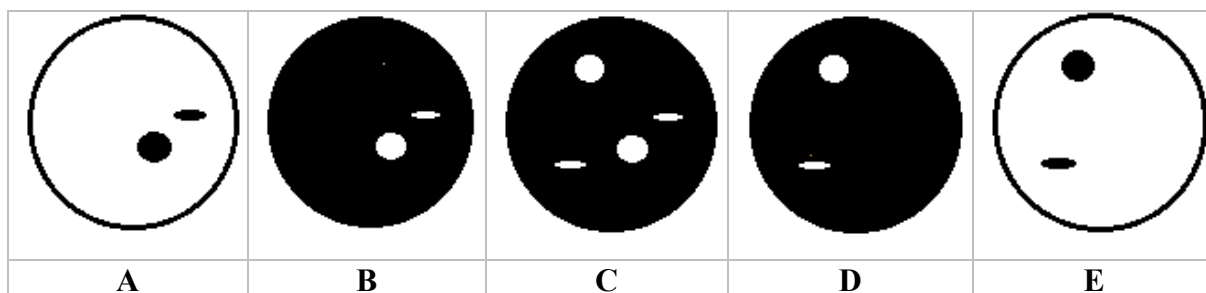
Baktérium táptalajba keményítőt tettünk, majd a következőképpen kezeltük:

- Az A-val jelölt helyre amilázgénnel transzformált baktériumokat tettünk.
- A B-vel jelölt helyre ugyanezen baktériumok hővel elölt egyedeit tettük.
- A C-vel jelölt helyre csírázó gabonamagvak félbevágott részeit tettük.
- A D-vel jelölt helyre megfőzött csírázó gabonamagvak félbevágott részeit tettük.



Néhány órával később Lugol-oldattal kezeltük a táptalajt, majd fotót készítettünk az eredményről.

5. Melyik Petri-csésze mutatja a helyes képet a Lugol-oldatos kezelés után? (A kék színt feketével ábrázoltuk.) Válassza ki a helyes válasz betűjelét!



6. Melyik állítás hamis az eredmények ismeretében? Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. A transzformált baktériumok termelnek amilázt, de az enzim nem jut ki a sejtekből.
- B. A csírázó gabonamagvakban aktív amiláz enzimek vannak.
- C. A megfőzött gabonamagvakban inaktiválódott az amiláz.
- D. A hőkezelt baktériumokban inaktiválódott az amiláz.
- E. A kék szín hiánya aktív amiláz enzim jelenlétére utal a kísérletben.

A színes mellékletben lévő I. ábrán az emberi retina háromféle csapsejtjének relatív érzékenységét ábrázolták a fény hullámhosszának függvényében.

7. Mely állítás(ok) igaz(ak) az alábbiak közül? *Válassza ki a nagybetűkkel jelölt válaszlehetőségek közül azt, amelyik mindegyik (kisbetűvel jelölt) igaz állítást tartalmazza, és nem tartalmaz hamisat!*

- a. Az M csapsejt nélkül nem látnánk az 530 nm hullámhossznak megfelelő fényt.
- b. Azok, akikben genetikai hiba miatt működésképtelenek az S csapsejtek, nem látják a 410 nm-es fényt, mert a két másik receptortípus hatása éppen kioltja egymást.
- c. Mindhárom színlátásért felelős receptor képes érzékelni a teljes világoskék tartományt.

A. ab B. ac C. bc D. b E. c

AZ AXONMEMBRÁN MŰKÖDÉSE (11 PONT)

8. Mi az axoneredési domb jelentősége a neuron működése szempontjából?
Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Ide kapcsolódik a legtöbb axonvégződés.
- B. Itt található meg a legtöbb szinapszis.
- C. Itt dől el, hogy indul-e ingerület az axonon.
- D. Ez az egyetlen hely a neuronon, ahol hiányoznak a kálium-csatornák.
- E. Erre a helyre csak serkentő szinapszisok kapcsolódhatnak.

A 9-12. feladat megoldásához használja **a színes mellékletben látható II. ábrát!**

9. Mekkora a küszöbpotenciál értéke alapján? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

A. -55 mV B. -58 mV C. -62 mV D. -70 mV E. -79 mV

10. Hányszor érte az idegsejtet gátló hatás a mérés ideje alatt?
Adja meg a számot a válaszlap megfelelő helyén!

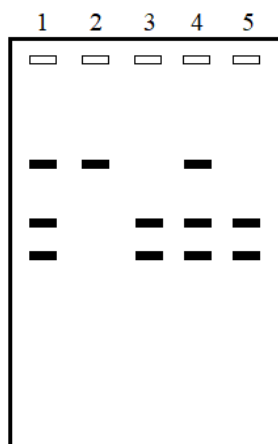
11. Mi okozza a „B” nyíllal jelölt résznél tapasztalható változást?
Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Cl^- beáramlás aktív transzporttal
- B. K^+ kiáramlás aktív transzporttal
- C. K^+ beáramlás passzív transzporttal
- D. Na^+ kiáramlás aktív transzporttal
- E. Na^+ beáramlás passzív transzporttal

12. Mely állítások igazak a C nyíllal jelölt értéknél az axon adott szakaszánál?
Válassza ki a helyes válaszok (2) betűjelét, és írja a válaszlap megfelelő helyére!

- A. Ekkor a legpozitívabb az össztöltés az axonon kívüli térben.
- B. Ekkor a legnagyobb a potenciálkülönbség abszolút értéke az axonmembrán két oldala között.
- C. Ekkor megegyezik az időegység alatt az axon belsejébe jutó és az onnan kiáramló töltések mennyisége.
- D. Ekkor indul el az ingerület az axonon.
- E. Ekkor lép működésbe a K-Na ATP-áz (K-Na pumpa).
- F. Ekkor a legpozitívabb az össztöltés az axon belsejében.
- G. Ekkor nyílnak meg az axonmembránon a feszültségfüggő kloridcsatornák.

A tengeri malacokban a Na-csatornát kódoló génnek két génváltozata ismert. A gén az X ivari kromoszómán található meg. Az egyik allélon (N1) megtalálható az *AcuI* restrikciós endonukleáz hasítóenzim egy hasító helye is. A másik allélon (N2) nincs meg ez a hasító hely. Tételezzük fel, hogy csak ez a két allél létezik, és az *AcuI* minden hasítóhelyen sikeres hasítást végez a vizsgálat során! A génszakaszokat először PCR módszerrel felszaporozták, majd *AcuI* enzimet tettek a PCR termékekhez, végül gélelektroforézissel megfuttatták a DNS-eket. Az alábbi gélkép öt egyed allélvizsgálatának eredményét mutatja. (A DNS mennyiség nem olvasható le a gélképről.)



13. Hány nőtény egyed eredményeit mutatja a gélkép?

Adja meg a minimális és maximális számot a válaszlapon megfelelő helyén! (pl. 1-3)

14. Hány hím egyed eredményeit mutatja a gélkép?

Adja meg a minimális és maximális számot a válaszlapon megfelelő helyén! (pl. 1-3)

15. Mely állítások igazak a gélkép alapján?

Válassza ki a helyes válaszok (2) betűjelét, és írja a válaszlapon megfelelő helyére!

- A. A 3. egyed nemét egyértelműen el lehet dönteni.
- B. Az 1. egyed esetén 2 féle primert kellett használni a polimeráz láncreakció során.
- C. Az 1. egyed esetén 4 féle primert kellett használni a polimeráz láncreakció során.
- D. Az 1. egyed esetén 6 féle primert kellett használni a polimeráz láncreakció során.
- E. A 2. egyed mindenképp nőtény.
- F. A 2. egyed mindenképp hím.
- G. Nem kizárt, hogy a 3. és az 5. egyedeknek vannak közös utódaik.
- H. Nem kizárt, hogy az 1. és a 4. egyedeknek vannak közös utódaik.

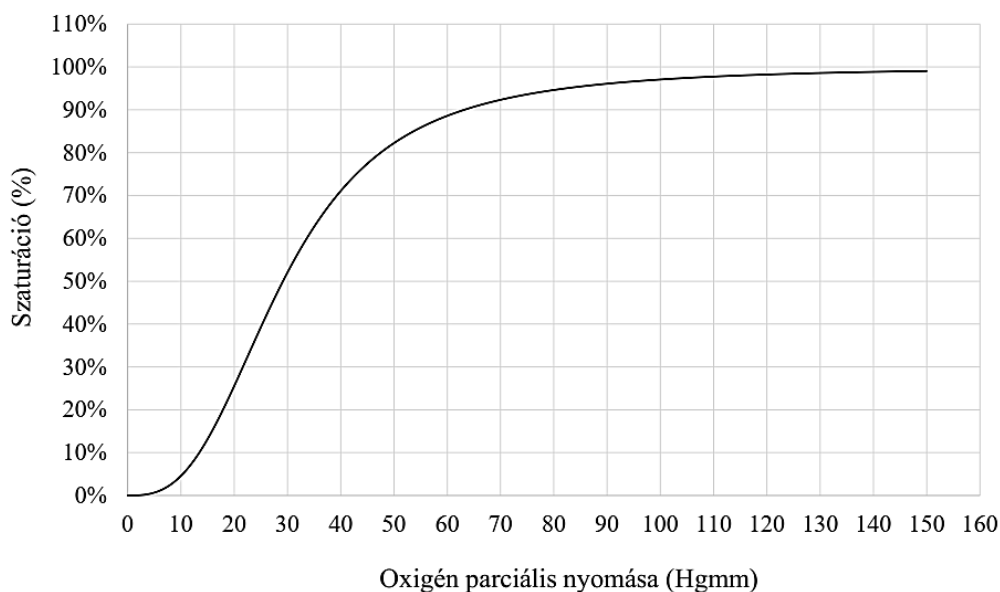
Sikeresen kereszteznek egy 4. és egy 5. egyed gélképének megfelelő egyedeket.

16. Mekkora lesz az 1. egyed gélképének megfelelő utódok aránya nagyszámú utód esetén?

Adja meg az eredményt százalékban, egész számra kerekítve a válaszlapon megfelelő helyén!

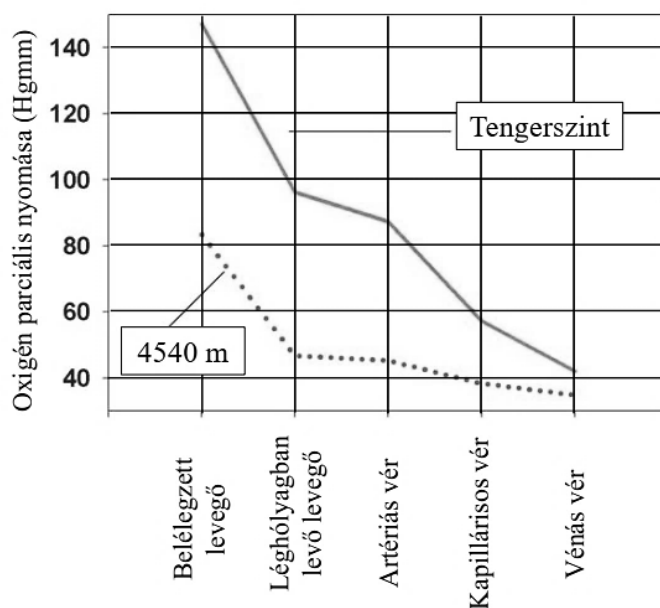
A SZERVEZET ALKALMAZKODÁSA A NAGY MAGASSÁGHOZ (10 PONT)

Nagy tengerszint feletti magasságban számos tényező nehezíti az emberi szervezet működését. Ezek közül az egyik leglényegesebb az oxigénhiány. Ha alacsonyabb az oxigén parciális nyomása a levegőben, akkor a vér hemoglobinja kevesebb oxigént tud megkötni. A hemoglobin oxigénszaturációja (oxigéntelítettsége) függ az oxigén parciális nyomásától a vérben. Ezt az összefüggést az 1. ábra mutatja be. Normál esetben a nagy testartériákban az oxigénszaturáció 95% felett van. A feladatban tegyük fel, hogy a szaturációs görbe nem változik, ha az ember nagy magasságban tartózkodik!



1. ábra: Az oxigén parciális nyomásának hatása az oxigénszaturációra.

Az oxigén parciális nyomásának jellemző értékeit a 2. ábra mutatja a belélegzett levegőben és a szervezet különböző részeiben, tengerszinten és 4540 méter magasságban. Az erek adatai a nagyvérkörre vonatkoznak.



2. ábra: Az oxigén parciálisnyomás értékei a szervezet különböző részeiben két eltérő magasságban.

17. Az alábbiak közül melyik értékhez áll a legközelebb az artériás vér oxigénszaturációja 4540 méteren? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. 55 % B. 65% C. 75% D. 85% E. 95%

18. Melyik állítás igaz az alábbiak közül az ábrák alapján? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

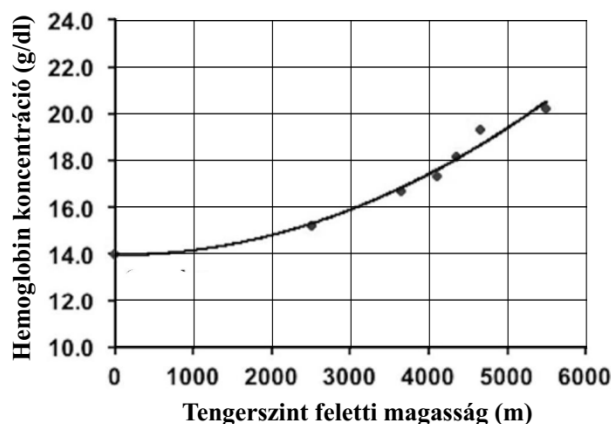
- A. 4540 méteren egységnyi mennyiségű hemoglobin kevesebb, mint negyedannyi oxigént ad le a szöveteknek, mint a tengerszinten.
 B. 4540 méteren az oxigén diffúziója a hajszálerekből a szövetek felé kevesebb, mint fele olyan gyors, mint a tengerszinten.
 C. 4540 méteren a kilélegzett levegő nagyobb anyagmennyiségű szén-dioxidot tartalmaz, mint a tengerszinten.
 D. A tengerszinten egységnyi mennyiségű hemoglobin a vénás vérben körülbelül feleannyi oxigént szállít, mint amennyit ugyanennyi artériás vér.
 E. Az artériás vér oxigénszaturációja a tengerszintfeletti magassággal egyenesen arányosan csökken.

Egy személy keringési perctérfogata $5,0 \text{ dm}^3/\text{perc}$ a tengerszinten. A vérének hemoglobin koncentrációja 14 g/dl . Egy gramm hemoglobin maximum $1,39 \text{ ml}$ oxigént tud megkötni. (A vérben fizikailag oldott oxigén mennyiségét ehhez képest tekintsük elhanyagolhatónak!) A vénás vérben az oxigén parciális nyomását tekintse 40 Hgmm -nek a tengerszinten!

19. Hány milliliter oxigént ad le a vére a szöveinek percenként a tengerszinten?

Az eredményt ml-ben, egész számra kerekítve adja meg! Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

A nagy magasságban mutakozó oxigénhiányhoz alkalmazkodnia kell a szervezetnek. Ennek a része, hogy az alacsony oxigén parciális nyomás hatására néhány nap után elkezd növekedni a vörösvértestek száma, és ezzel párhuzamosan a vér hemoglobin tartalma. A 3. ábrán látható, hogyan függ a vér hemoglobin tartalma a magasságtól. A pontok az adott magassághoz már alkalmazkodott személyek hemoglobinkoncentrációjának átlagait jelzik, erre illesztettek görbét.



3. ábra: A vér hemoglobinkoncentrációjának függése a magasságtól.

20. Melyik állítás igaz az alábbiak közül? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A koncentrációnövekedés hatására a hemoglobin molekulák erősebben kötik az oxigént.
- B. Már 1000 méteren oxigénhiány alakul ki a szervezetben.
- C. A hemoglobinkoncentráció növekedése növeli a szaturációt.
- D. A hemoglobinkoncentráció növelésével bármilyen alacsony oxigén parciális nyomáshoz alkalmazkodhat a szervezet.
- E. Egy nagy magassághoz alkalmazkodott ember vére nehezebben folyik, mint a tengerszinten élőé.

A vizsgált népességben a tengerszinten 97% az átlagos testartériás szaturáció, míg 3000 méteren 90%.

21. Mekkora egy 3000 méteren élő, a magassághoz alkalmazkodott ember 1 deciliter testartériás vére által szállított oxigén mennyisége egy tengerszinten élőéhez képest?

Az eredményt %-ban, egész számra kerekítve adja meg! Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

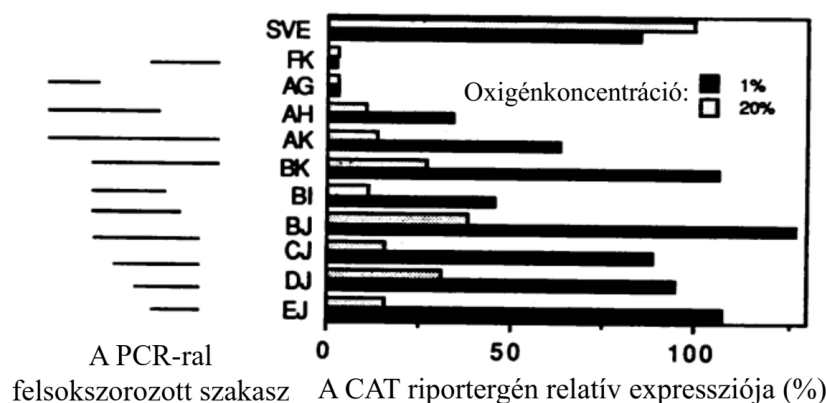
Régóta foglalkoztatja a kutatókat, hogyan tudja a szervezet érzékelni az alacsony oxigén parciális nyomást, és hogyan tud erre reagálni. Már a 20. század elején felfedezték, hogy a vörösvértestképzés serkentéséért egy glikoprotein, az eritropoetin (EPO) felelős. Az eritropoetin elsősorban a vese sejtjei termelik.

22. Hol képződik a sejten belül az eritropoetin? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. a sejtmagban
- B. a sejtplazmában
- C. a sejtplazmában és a mitokondriumban
- D. az endoplazmatikus retikulumban és Golgi-készülékben
- E. a sejtplazmában és a Golgi-készülékben

A '80-as évekre felfedezték az eritropoetin génjét, és megállapították, hogy az expressziójára (kifejeződésére) hatással van az oxigénhiány (hipoxia). A '90-es évek elejére sikerült megállapítani azt is, hogy az expresszió szabályozásáért felelős szakasz a gén 3' végén van, egy 256 bázispár hosszúságú részen belül. Egy Semenza nevű kutató és csapata pontosítani akarták, melyik ezen belül a szabályozásért felelős régió. Ehhez először a 256 bázispár hosszú szakasz egy-egy részét felszorzozták PCR-ral. Ezeket a szakaszokat egy-egy plazmidba ültették egy olyan gén mellé, aminek meg tudták figyelni az expresszióját (CAT riportergén). Ezután a plazmidokat egy emberi sejtenyészet sejtjeibe ültették be. Az összes sejt vonal sejtjeinek egy részét 1%, más részét 20% oxigénkoncentráció mellett nevelték. Azt vizsgálták, mekkora a CAT riportergén expressziója egy másik, állandó génexpressziójú généhez (β -Gal) képest (relatív expresszió).

Az eredményeket a 4. ábra mutatja. Az ábra baloldalán a vonalak azt jelzik, hogy a teljes 256 bázispár hosszúságú szakasz (az AK szakasz) melyik részét sokszorozták fel. A primer kötőhelyeket A-K betűkkel jelölték, a felsokszorozott szakaszokat pedig a primerpár betűjelével – pl. AK. Az SVE egy másik serkentő DNS régiót jelent, amit kontrollként építettek be egy sejtvonalba. Az ábra jobb oldalán látható a relatív expresszió. Az oxigénkoncentrációt az oszlopok színe jelöli.



4. ábra: A relatív génexpresszió mértéke az egyes beültetett szakaszok esetében. Bal oldalon látszik a beültetett szabályozó szakasz grafikus ábrázolása.

23. Melyik az a szakasz az eredmény alapján, amelyik a teljes génexpresszió serkentéséért felelős régiót tartalmazza, és más szakaszt nem tartalmaz?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. AG B. BK C. BI D. CJ E. EJ

24. Miért a másik gén (β -Gal) expressziójához viszonyított relatív expresszóját vizsgálták a CAT riportergénnek? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. Hogy kiszűrjék a sejt génexpresszióját általánosan befolyásoló hatásokat.
 B. Mert azt feltételezték, hogy a β -Gal gén által kódolt fehérje mennyisége hat a szabályozó régió aktivitására.
 C. Mert azt feltételezték, hogy a β -Gal gén expressziójára is hat az oxigénkoncentráció.
 D. Mert a génexpresszió mértékét nem lehet abszolút értékben megadni, csak egy másik génhez viszonyítva.
 E. Mert csak 100%-nál nagyobb génexpresszió esetén érzékel a szervezet oxigénhiányt.

A kutatók arra is kíváncsiak voltak, hogy milyen fehérje kapcsolódik a felfedezett szabályozó régióhoz. Ennek megállapítására egy EMSA nevű módszert végeztek. A módszer alapja a gélelektroforézis. Ebben az esetben viszont nem csak DNS molekulákat választanak el egymástól, hanem fehérjéket is adnak a mintákhoz. Ha egy fehérje képes egy DNS molekulához kapcsolódni, a DNS-fehérje komplex futási sebessége más lesz, mint a DNS-é önmagában (az elv ugyanaz, mint a DNS molekulák elválasztásánál).

A kutatók a vizsgálatukban az eritropoetin gént (ami természetesen a vizsgált szabályozó szakaszt is tartalmazta) jelölték radioaktívan (DNS próba), ennek a segítségével kerestek fehérjéket. Kétféle DNS próbát használtak, az egyik bázissorrendje a szabályozó szakasz vad-típusú (nem mutáns, W18) alléljának felelt meg, a másik egy olyan mutáns alléljának (M18), amiről tudták, hogy nem hat a működésére az oxigénhiány.

Ezzel párhuzamosan a korábban említett sejtvonalból sejteket tenyésztettek. A sejtenyészetek egy részéhez cikloheximidet (CHX, a fehérjeszintézist általánosan gátló anyag) adtak, két óráig 20% oxigéntartalmú közegben nevelték őket, majd egy részüket 1%, más részüket 20% oxigénkoncentrációjú közegben tenyésztették 4 órán keresztül. Ezután kivonták a sejtmagjuk tartalmát (úgy, hogy a fehérjék ne károsodjanak), és ehhez adták a radioaktívan jelölt DNS próbákat. A DNS próbák mennyisége meghaladta a fehérjékét.

Az eredményt **a színes mellékletben található III. ábra** mutatja. (Az ábra nem színes!) Az ábrán jelölték a futás irányát. A géleképeken összesen négy fő sávot lehet azonosítani, ezeket a képen W-Z betűkkel jelölték.

25. Melyik sáv mit tartalmaz? *Válassza ki azt a válaszlehetőséget, ami helyesen tartalmazza párban a sáv betűjelét a megfelelő összetevőt jelző római számmal!*

- I. csak a DNS próba
 - II. DNS próba + az oxigénhiány hatását közvetítő szabályozó fehérje kötődött
 - III. DNS próba + a felfedezett szabályozó DNS szakaszhoz állandóan kapcsolódó fehérjék
 - IV. DNS próba + ahhoz máshol (nem a vizsgált szabályozó szakaszon) kötődő fehérjék
- A. I. – X, II. – Y, III. – Z, IV. – W
 - B. I. – Z, II. – Y, III. – X, IV. – W
 - C. I. – Z, II. – W, III. – X, IV. – Y
 - D. I. – Z, II. – X, III. – W, IV. – Z
 - E. I. – W, II. – X, III. – Y, IV. – Z

Későbbi kutatások kimutatták, hogy a megtalált szabályozófehérje mRNS-ének koncentrációja nem függ az oxigénkoncentrációtól.

26. Melyik válaszlehetőség tartalmazza az eredmények egy lehetséges magyarázatát? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. Az összes vizsgált fehérjetípus órák alatt lebomlik oxigén jelenlétében.
- B. A szabályozófehérje génjének transzkripciójára hat az oxigénhiány.
- C. A szabályozófehérje szintézise gátolt oxigénhiány esetén.
- D. A szabályozófehérje gyors lebontását gátolja az oxigénhiány.
- E. A szabályozófehérje magas oxigénszint esetén kötődik a szabályozó DNS szakaszhoz.

Semenza és két másik kutató (Ratcliffe és Kaelin) a területtel kapcsolatos kutatásaiért 2019-ben orvosi Nobel-díjat kaptak.

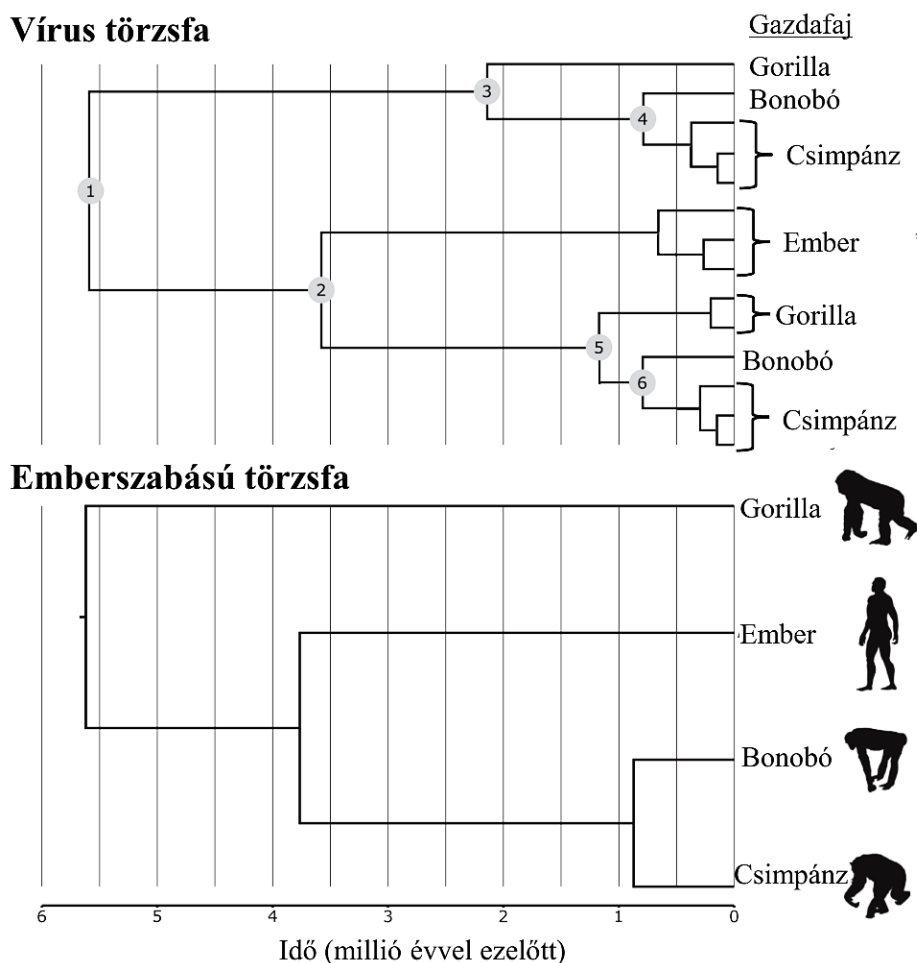
A VÍRUSOK VILÁGA (10 PONT)

A vírusok számos súlyos betegség kórokozói, de a tudományos kutatásban is fontos szerepük van. Például amikor Francis Crick 1957-ben megalkotta a centrális dogma modelljét, már akkor biztos volt benne, hogy a replikáció, transzkripció és transzláció folyamata mellett más folyamatnak is végbe kell mennie egyes esetekben.

27. A vírusok melyik jellemzőjéből következtethetett Crick arra, hogy a három, fentebb említetten kívül más információátadási folyamat is létezik a DNS, az RNS és a fehérjék között? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. Nincsenek riboszómáik.
- B. Csak a gazdasejten belül képesek szaporodni.
- C. Használhatják a gazdasejt enzimeit a másolásukhoz.
- D. RNS és DNS is lehet az örökítőanyaguk.
- E. Nincs önálló anyagcseréjük.

A vírusok evolúcióját vizsgálhatjuk úgy, hogy összehasonlítjuk egy víruscsoport törzsfáját a gazdafajaik törzsfájával. Az 1. ábrán felül a citomegalovírusok (a herpeszvírusok egy csoportja) törzsfáját láthatjuk. A vírusok esetében azt adtuk meg, melyik vírusnak mi a gazdafaja. A vírustörzsfa elágazásait számok jelölik. Az ábra alsó részén a gazdául szolgáló emberszabásúak törzsfája látható. Az ábra az összes ismert citomegalovírust és gazdafajt tartalmazza.



1. ábra: A citomegalovírusok és az általuk megfertőzött emberszabásúak törzsfája.

28. Melyik folyamat hozhat létre új elágazást az alábbiak közül a vírusok evolúciója során?
Válassza ki a nagybetűkkel jelölt válaszlehetőségek közül azt, amelyik mindegyik (kisbetűvel jelölt) igaz állítást tartalmazza, és nem tartalmaz hamisat!

- a. Kialakul egy új vírusváltozat, ami teljesen kiszorítja az eredetit.
- b. A gazdafaj két fajra válik szét, az eredeti vírus egyedei mindkét fajban megmaradnak.
- c. Egy vírus néhány példánya új gazdafajban telepszik meg, és ahhoz alkalmazkodik.
- d. Egy másik kontinensről behurcolt vírusváltozat terjed el a gazdafaj populációjában.
- e. Kialakul egy olyan új vírusváltozat, ami az eredeti változat mellett képes megfertőzni a gazdát.

A. abd B. ac C. bcd D. bce E. ce

Gazdaváltásról beszélünk, ha vírus egy már korábban meglévő gazdafajból egy másik, már korábban meglévő fajba kerül.

29. Legalább hány esetben történt gazdaváltás a vizsgált citomegalovírusok evolúciója során a törzsfák alapján? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

A. 1 B. 2 C. 3 D. 4 E. 5

30. Melyik állítás igaz az alábbiak közül a törzsfák alapján?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

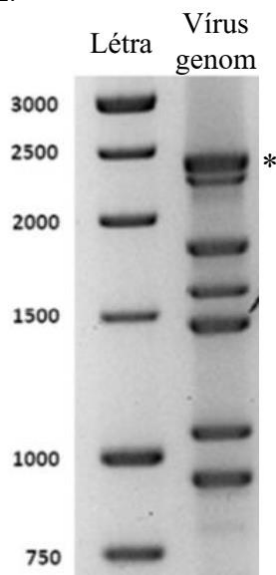
- A. A csimpánz összes citomegalovírusa a gorilláról került át rá.
- B. Ha a gazdafaj kettéválik, a vírus általában nem marad meg mindkét új fajban.
- C. Az ember citomegalovírusa a gorilláról került át ránk.
- D. Az ember citomegalovírusai átlagosan közelebbi rokonai a csimpánz vírusainak, mint a gorilla vírusainak.
- E. A csimpánzban a leggyorsabb a citomegalovírusok fajképződése.

A vírus törzsfát a vírusok egy fehérjéjének aminosavsorrendjének összehasonlításával készítették. Azonban ezt arra is lehet használni, hogy megbecsüljük az elágazások korát. Ez a molekuláris óra módszer. A lényege, hogy minél több eltérés van a két faj között, annál régebben élt az utolsó közös ősük. A módszer feltételezi, hogy az evolúció sebessége egyenletes, adott idő alatt adott számú aminosavcsere történik (a vizsgált csoportban jó közelítéssel így volt, a feladat megoldása során vegye az evolúció sebességét teljesen egyenletesnek). Emellett tételezzük fel a feladat megoldása során, hogy ugyanaz az aminosav nem került többször egymástól függetlenül ugyanabba a pozícióba (nem volt konvergens evolúció)! Az 5. elágazáshoz tartozó csimpánz és gorilla vírusok között átlagosan az aminosavak 0,08-ad része tér el egymástól.

31. Becsülje meg a molekuláris óra módszer segítségével, az aminosavak hányadrésze tér el egy emberi citomegalovírus és az 1-es elágazásnál lévő közös ős között a vizsgált fehérje esetében! Az elágazások korát százezer évre kerekítve számoljon!

Az eredményt tizedestörtben, két tizedesjegy pontossággal adja meg! Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

Az influenzavírusok is rendszeresen okoznak járványokat. Az 2. ábra egy influenzavírus genom vizsgálatának eredményét mutatja. A genomot először átírták reverz transzkriptáz enzim (olyan enzim, ami képes egy minta RNS alapján DNS-t szintetizálni) segítségével, majd a terméket PCR-al felsokszorozták. Az így kapott darabokat gélelektroforézissel elválasztották. Hasonló (csak sokkal nehezebben megfigyelhető) eredményt kaptunk volna, ha a vírus genomját pusztán gélelektroforézissel megfuttatjuk. A létra ismert nagyságú DNS molekulákat tartalmaz, a méretet bázispárban megadták. A csillaggal jelölt (*) vastag sávról tudjuk, hogy két különböző bázissorrendű nukleinsavat tartalmaz.



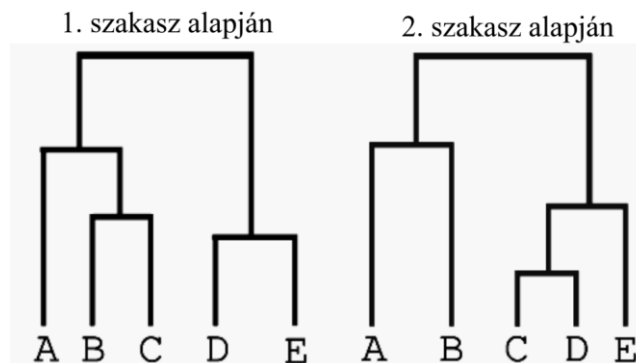
2. ábra: Az influenzavírus genomja reverz transzkripció, PCR és gélelektroforézises után.

32. Melyik állítás igaz a gélkép és a megadott információk alapján?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Az influenzavírus örökítőanyaga DNS.
- B. Az influenzavírus genomja 8 darabból áll.
- C. Az influenzavírus örökítőanyaga képes a gazda génexpressziójához szükséges enzimeinek segítségével másolódni.
- D. A PCR a reverz transzkripcióval történő átírás nélkül is ugyanezt az eredményt adná.
- E. Az influenzavírus örökítőanyaga valószínűleg legalább 100 fehérjét kódol.

Az influenzavírusok evolúciós leszármazásának elemzésekor gyakran érdekes jelenséget tapasztalnak a kutatók: ha az örökítőanyag két különböző (több, mint ezer bázispár hosszúságú) szakasza alapján készítenek törzsfákat, a két törzsfá időnként jelentősen eltér. Erre látható egy sematikus példa a 3. ábrán.



3. ábra: Ötféle influenzavírus törzsfája a genom két különböző szakasza alapján.
Egy-egy betű mindkét fán ugyanazt a fajta vírust jelöli.

33. Melyik az előző oldalon bemutatott jelenség legvalószínűbb magyarázata az alábbiak közül? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A „B” és „D” vírus egyszerre fertőzött meg egy sejtet, és az új vírusrészekké képződésekor az örökítőanyaguk keveredett.
- B. Valójában a „C” vírus fejlődése vált el először a többitől, ezért egyes tulajdonságaiban az egyik, másokban a másik csoportra hasonlít jobban.
- C. A „C” és „D” vírus hasonlósága a 2. szakasz alapján pusztán a véletlennek köszönhető.
- D. A „D” vírus megfertőzte a „B” vírust, így jött létre a „C” változat.
- E. Az 1. szakasz evolúciója sokkal lassabb, mint a 2. szakaszé.

A vírusokkal kapcsolatos egyik híres felfedezés Howard Temin nevéhez fűződik (ezért később Nobel-díjat is kapott). Ő egy tyúkokat fertőző, azokban tumort okozó vírust, a Rous szarkóma vírust (RSV) kutatta. Azt már korábban kiderítették, hogy a virion örökítőanyaga RNS. (Virionnak nevezzük a sejten kívüli vírust.) Temin felfedezte, hogy ha egy, a sejt RNS polimerázának működését gátló anyaggal (aktinomicin D) kezelte a vizsgálataiban használt sejttenyészetet, akkor a vírusok nem tudtak benne szaporodni. Később azt is kimutatta, hogy a fertőzött sejtekből származó DNS jelentős mértékben hibridizált a vírus RNS-ével, a nem fertőzött sejtekből származó azonban csak kis mértékben. (Hibridizáció: két különböző eredetű nukleinsav bázispárokat képez a komplementer szakaszain.)

34. Az alábbiak közül melyik állítások igazak a Rous szarkóma vírusra a megadott információk alapján? *Válassza ki a helyes válaszok (2) betűjeleit, és írja a válaszlap megfelelő helyére!*

- A. A vírus kizárólag a gazdasejt génexpresszióhoz szükséges enzimeit használja a szaporodásához.
- B. A vírus RNS-e beépül a gazdasejt DNS-ébe.
- C. Virális eredetű DNS épül be a gazda DNS-ébe
- D. A vírus nem befolyásolja a gazdasejt DNS-ének bázissorrendjét, csak az expresszióját.
- E. A vírust a sejtek hormonként érzékelik, így serkenti az osztódásukat.
- F. A vírus reverz transzkriptáz enzimet használ a szaporodásához.
- G. Az aktinomicin D megakadályozza, hogy a vírus RNS-éről fehérjék szintetizálódjanak.

A vírusokat számos kutatási és biotechnológiai célra is hasznosítják.

35. Az alábbiak közül melyikre nem használhatóak a vírusok?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. A gazdasejt DNS-ének célzott módosítására.
- B. Kórokozó baktériumok elpusztítására a szervezetben.
- C. Emberi inzulin olcsó előállítására tiszta tenyészetben.
- D. Védőoltások esetén információhordozó molekula szervezetbe juttatására.
- E. Gének célzott sejtekbe juttatásával génterápiára.

A NARANCSOS FUTÓKA GENETIKÁJA (10 PONT)

Egy tulajdonság kialakulása sokszor nem csak egy gén kifejeződésén múlik, hanem több gén együttműködésén, kölcsönhatásán. Ennek egyik közismert, tankönyvi példája a tyúktaraj öröklésmenete, ahol két gén domináns-recesszív alléljainak együttes hatására alakul ki a négyféle fenotípus (dió, rózsza, borsó, fűrészes taraj). Ebben az esetben mindkét gén domináns allélja külön-külön kialakítja a rá jellemző fenotípust (borsó/rózsza), ha pedig mindkét gén domináns allélja jelen van, akkor diótaraj jön létre. A génkölcsönhatás neve ezért kettős dominancia.

Az ugyanarra a tulajdonságra ható gének között azonban más kölcsönhatástípusok is vannak. Például, ha az egyes gének alléljai erősítik vagy gyengítik egymást, akkor episztázisról beszélünk (domináns episztázis / recesszív episztázis).

A génkölcsönhatásokat (független öröklődés esetére) az alábbi táblázat foglalja össze:

a génkölcsönhatás neve	a génkölcsönhatás leírása	F2 nemzedék fenotípus-eloszlása kétszeresen homozigóta domináns és kétszeresen homozigóta recesszív szülők esetén
kettős dominancia	Két gén ugyanarra a fenotípusra hat, együttes domináns formában új fenotípust alakítanak ki.	9:3:3:1
domináns episztázis	Az egyik gén domináns allélja elfedi a másik gén megnyilvánulását.	12:3:1
recesszív episztázis	Az egyik gén recesszív allélja homozigóta formában elnyomja a másik gén megnyilvánulását.	9:3:4
azonos hatású gének	Bármelyik gén domináns allélja ugyanazt a fenotípust eredményezi akármilyen kombinációban.	15:1
versengő (konkuráló) gének	A két gén domináns allélja ellentétes módon befolyásolja a fenotípust, együttes jelenlétük (vagy hiányuk) kioltja egymást.	10:3:3
kiegészítő hatású gének (komplementer gének)	A két különböző gén alléljainak hatása kiegészíti egymást, egy adott fenotípus csak akkor jelenik meg, ha mindkét génből jelen van a domináns allél.	9:7
összeadódó hatású gének (alternáló gének)	Az egyes gének külön-külön ugyanazt a fenotípust alakítják ki, ugyanakkor domináns alléljaik együttes előfordulásakor önálló, új fenotípus jön létre.	9:6:1
inhibitor gének	Az egyik gén domináns allélja gátolja a másik gén megnyilvánulását.	13:3

Egy bogárfaj (narancsos futóka) kitinpáncéljának színét két gén domináns-recesszív alléljai határozzák meg. A sárga színű festékanyagot egy enzim jelenléte ('A' allél kódolja) narancs színűvé alakítja. Az enzim hiánya esetén ('a') ez az átalakulás nem történik meg. Egy másik enzim ('B' allél kódolja) a narancs színű festékanyagot alakítja tovább piros színűvé. Ennek az enzimnek a hiánya ('b') esetén a piros színné alakítás elmarad. A két gén öröklődése független.

36. Homozigóta narancs és homozigóta sárga színű bogarak utódai milyen fenotípusúak lehetnek? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. csak narancs
- B. csak piros
- C. narancs és sárga
- D. narancs és piros
- E. sárga és piros

37. Melyik génkölsönhatás típus valósul meg a két gén között?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. domináns episztázis
- B. recesszív episztázis
- C. konkuráló gének hatása
- D. alternáló gének hatása
- E. inhibitor gének hatása

A narancsos futókának imágó korban a lábain állhatnak lefelé ('C' gén) vagy felfelé ('D' gén) a kitinszőrök. A kitinszőrök iránya csak akkor egyértelmű, ha csak az egyik génnek van jelen a domináns allélja, minden más esetben a szőrök vízszintesen állnak. Ez a két gén is egymástól függetlenül öröklődik. A bogárfaj nőtény egyedei kb. 200-300 petét raknak.

38. Homozigóta felfelé álló és homozigóta lefelé álló szőrzetű bogarak párzása esetén hogyan viszonyulnak egymáshoz az egyes fenotípusok arányai a második utódnemzedékben (F2-ben)? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. felfelé álló szőrű > egyenes szőrű > lefelé álló szőrű
- B. felfelé álló szőrű = egyenes szőrű = lefelé álló szőrű
- C. felfelé álló szőrű < egyenes szőrű < lefelé álló szőrű
- D. felfelé álló szőrű = egyenes szőrű > lefelé álló szőrű
- E. felfelé álló szőrű < egyenes szőrű > lefelé álló szőrű

39. Melyik génkölsönhatás-típus valósul meg a két gén között?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. konkuráló gének hatása
- B. recesszív episztázis
- C. domináns episztázis
- D. komplementer gének hatása
- E. inhibitor gének hatása

40. A 'B' és a 'D' gén 100%-ban kapcsoltn öröklődik, az 'A' és a 'C' egymástól függetlenül. Hány százalékban várható sárga egyenes szőrű, ill. piros lefelé álló kitinszőrű bogárutód AaBBccDd és aaBbCcdd genotípusú egyedek kereszteződése esetén?
Az eredményt %-ban, egy tizedesjegy pontossággal adja meg!
Válaszát írja a válaszlapon megfelelő helyére! (2 pont)

A narancsos futóka imágói egy évig élnek, bábállapotban telelnek át. Egy zárt populációjukban, ahol a párválasztás véletlenszerű, az 'A' allél gyakorisága (p) 0,6, a 'B' allél gyakorisága pedig (u) 0,3 (az 'a' allél gyakoriságát q, a 'b' allél gyakoriságát v betű jelöli). A populációban az egyes genotípusok a Hardy-Weinberg eloszlást követik. Számolása során vegye figyelembe, hogy két független esemény együttes bekövetkezési valószínűsége egyenlő a két esemény bekövetkezési valószínűségének a szorzatával!

41. Hogyan írható fel ebben a populációban a kétszeresen homozigóta sárga egyedek aránya?
Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. $1 - 2pq - 2uv$
- B. $u^2(p^2+q^2) + v^2(p^2 + q^2)$
- C. $u^2(p^2+q^2) - v^2(p^2 + q^2)$
- D. $q^2u^2 + q^2v^2$
- E. $p^2v^2 + p^2u^2$

42. Mekkora eséllyel rak ebben a bogárpopulációban egy aabb genotípusú nőtény olyan petéket, melyekből majd piros színű egyedek kelnek ki? *Az eredményt %-ban adja meg!*
Válaszát írja a válaszlapon megfelelő helyére!

A narancsos futóka rágó szájszerve lehet nagyra nőtt (genotípusa: EE), lehet normál (Ee) és kis méretű (ee). Egyik feltételezés szerint táplálékának elfogyasztása a normál méretű szájszervvel a lehető legkönnyebb, a nagy és a kis méretű szájszerv akadályozza a faj egyedeit a kielégítő táplálkozásban, ezért ezek egyedei a normál szájszervű egyedekhez képest kisebb relatív fitnessszel (rátermettséggel) rendelkeznek.

43. Az alábbi táblázat melyik sora írja le helyesen a narancsos futóka relatív genotípusfitnesszeit? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

s_{EE} , s_{Ee} , s_{ee} = az adott genotípusok szelekciós együtthatói,

h = dominancia mértéke

A szelekciós együttható a szelekció mértékével arányos szám, értéke $0 \leq s \leq 1$.

Az $s = 1$ teljes szelekciót jelent. $W = 1$, ha a szelekciós együttható értéke 0.

	Genotípusfitnesszek		
	W_{EE}	W_{Ee}	W_{ee}
A.	1	1	$1 - s_{ee}$
B.	1	$1 - h s_{ee}$	$1 - s_{ee}$
C.	$1 - s_{EE}$	1	$1 - s_{ee}$
D.	$1 - s_{EE}$	$1 - s_{Ee}$	1
E.	$1 + s_{EE}$	1	$1 + s_{ee}$

Másik feltételezés szerint, ha csak a homozigóta recesszív egyedeket éri szelekció, akkor a domináns allél gyakoriságának a megváltozását az alábbi egyenletek írják le:

$$\Delta p = p' - p \qquad \Delta p = \frac{pq^2s}{w}$$

ahol p és q a szelekció előtti, p' a szelekció utáni gyakoriság, s a szelekciós együttható (koefficiens), w pedig az átlagos relatív fitness ($w = p^2 + 2pq + q^2 - sq^2$).

44. Mely megállapítások igazak ebben az esetben a narancsos futóka populációjára?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Minél kisebb a kis szájszervű egyedeket érő s értéke, annál nagyobb lesz a domináns allél gyakoriságának a változása (Δp).
- B. A modell szerint a szelekció hatására a kis szájszervű egyedek teljesen el fognak tűnni a populációból ($q^2 = 0$ lesz).
- C. Minél nagyobb a domináns allél kiindulási gyakorisága (p), annál nagyobb mértékben változik meg a gyakorisága a recesszív egyedeket érintő szelekciót követően.
- D. A kis szájszerv kialakításáért felelős allél gyakoriságának a csökkenése azzal jár, hogy az allél egyre inkább a heterozigótákban lesz jelen.
- E. A nagyobb méretű szájszerv kialakításáért felelős allél gyakoriság változásának értéke független p és q értékétől, mivel azok szorzata állandó.

PELÉK ÉS HARKÁLYOK (9 PONT)

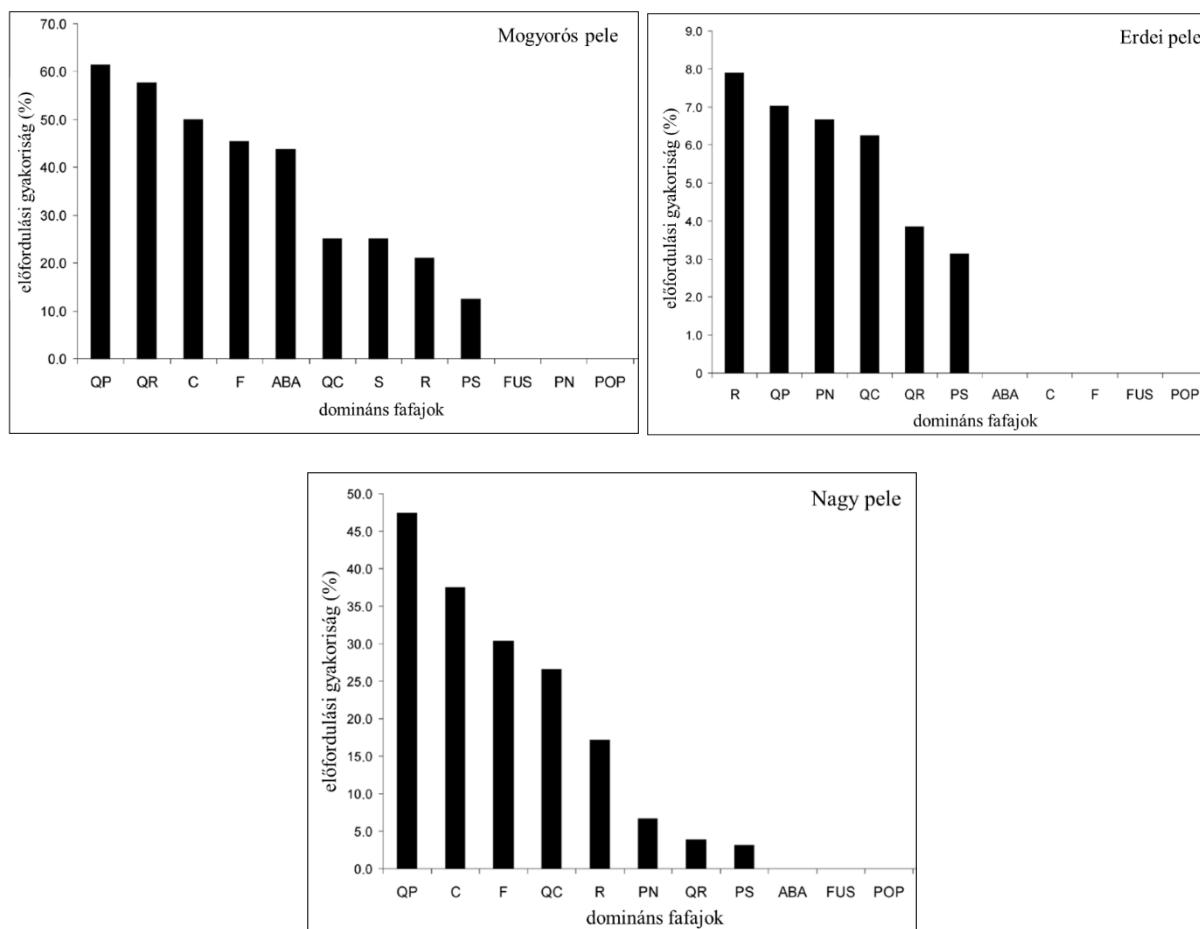
Az erdei pele 11-17 cm-es rágsáló kisemlős. Állati (rovarok, tojások, csigák) és növényi (magok, gyümölcsök, rügyek, virágok) eredetű táplálékot is fogyaszt. Alapvetően éjszakai életmódú állat. Koponyaképét a **színes melléklet IV. ábrája** mutatja.

45. Hogyan írható fel az alsó és a felső fogsor fogképlete? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. alsó: 1013, felső 1013
- B. alsó: 1013, felső 0122
- C. alsó: 1130, felső 1130
- D. alsó: 1130, felső 1121
- E. alsó: 1022, felső 1121

Az alábbi három grafikon (2. ábra) a Magyarországon előforduló pelefajok élőhelypreferenciáját mutatják be aszerint, hogy a különböző fajok dominálta erdőtípusok hány százalékában található meg az adott pelefaj a vizsgált területeken (2003-ig gyűjtött adatok alapján).

A 21. oldalon található 1. táblázat az élőhelyeken előforduló fajok ökológiai mutatóinak értékeit sorolja fel, a 22. oldalon látható 2. táblázat segítségével pedig értelmezni tudja az ökológiai mutatók értékeit.



2. ábra. Pelefajok előfordulási gyakorisága különféle erdőtípusokban.

ABA = éger, nyír, vadgesztenye, C = gyertyán, F = bükk, FUS = kőris, szil, berkenye, PN = fekete fenyő, POP = nyár, PS = erdei fenyő, QC = csertölgy, QP = kocsánytalan tölgy, QR = kocsányos tölgy, R = fehér akác, S = fűz, T = hárs.

1. táblázat.

fafaj	Flóra-elem	Cönotípus	T	W	Z	TV- érték
enyves éger	európai	láp- és ligeterdők	6	10	3	E
közönséges nyír	eurázsiai	savanyú talajú lombos erdők	3	4	3	K
vadgesztenye	kelet-mediterrán	ültetett dísznövény	6	7	-	G
gyertyán	közép-európai	gyertyán elegyes erdők	5	5	5	E
bükk	közép-európai	bükkösök	5	5	3	E, K
magyar kőris	délkelet-európai	ligeterdők, láperdők	6	7	3	E
mezei szil	közép-európai	lombos erdők	5	7	4	K
barkócaberkenye	közép-európai	tölgyesek	5	4	3	K
fehér nyár	eurázsiai	ligeterdők, homoki bokorerdők	5	6	4	E
erdei fenyő	eurázsiai	fenyvesek, ültetett gazdasági növény	3	3	4	K(G)
fekete fenyő	mediterrán	ültetett erdők	-	2	4	G
csertölgy	DK-európai	száraz, mezofil tölgyesek	5	3	3	E
kocsányos tölgy	európai	üde tölgyesek	5	6	3	E
kocsánytalan tölgy	európai	mezofil tölgyesek	5	4	3	E
fehér akác	neofiton, adventív amerikai	ültetett erdők	5	3	5	G, GY
fehér fűz	eurázsiai	puhafaligetek	5	9	4	E

2. táblázat

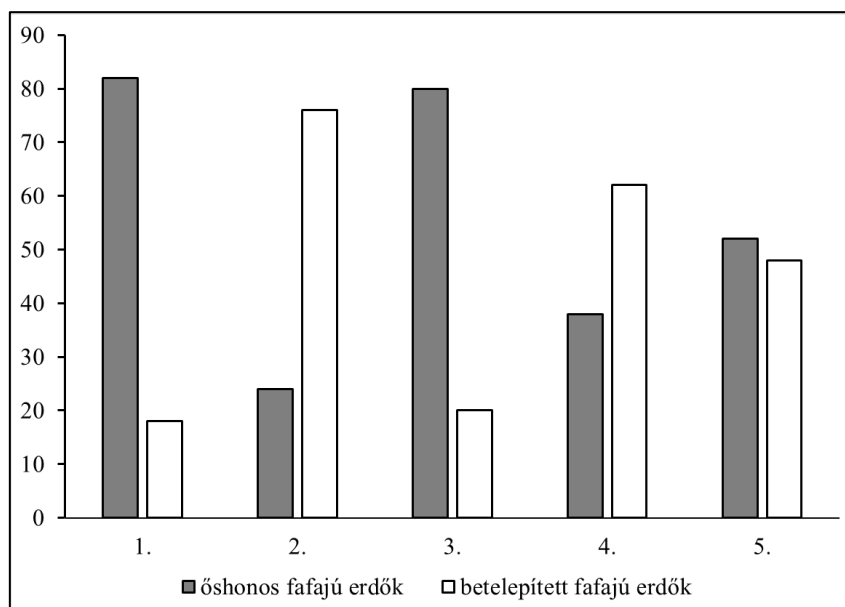
T-érték (a fajok hőmérséklet- igényei)		W-érték (az a termőhely, ahol a növény a leg- gyakrabban előfordul)		Z-érték (a növényfajok degradációtűrése)		Természetvédelmi érték kategóriák (TVK)	
0	tágtűrésű faj	0	extrém száraz	1	degradációt nem tűrő	E	társulásalkotó fajok
1	tundra	1	igen száraz	2	degradációt kevésbé tűrő	G	gazdasági növények
2	erdős tundra	2	száraz	3	degradációt közepesen tűrő	GY	gyomfajok
3	tajga	3	mérsékelt száraz	4	degradációt jól tűrő	K	kísérő fajok
4	tű-/lomblevelű elegyes erdők	4	mérsékelt üde	5	degradációt kedvelő		
5	lomberdő klíma	5	üde				
6	szubmediterrán lomberdő	6	mérsékelt nedves				
7	mediterrán, atlanti örökzöld erdő	7	nedves				
		8	mérsékelt vizes				
		9	vizes				
		10	igen vizes				
		11	vízi				

46. Mely megállapítások igazak az ábrák és a táblázat alapján az erdei pele előfordulására?

Válassza ki a helyes válaszok (2) betűjeleit, és írja a válaszlap megfelelő helyére!

- A. Az erdei pele az akácok legelterjedtebb pelefaja.
- B. Az erdei pele kedveli a szárazabb erdőtípusokat.
- C. Az erdei pele középhegységeink magasabb régióit (>450 m tszf. magasság) részesíti előnyben.
- D. Az erdei pele az ártéri puhafa ligeterdőkben is előfordul.
- E. Az erdei pele a legritkább pelefaj Magyarországon.
- F. Az erdei pele kizárólag a magas biodiverzitású növényzettípusokat választja élőhelyéül.
- G. Az erdei pele – a másik két pelefajjal ellentétben – inkább az alföldi területeken fordul elő.

A 3. ábra öt hazai kisemlősfaj, köztük a három pelefaj előfordulási arányát mutatja az őshonos faállományú és a betelepített, tájidegen faállományú erdőtípusokban.



3. ábra. Öt kisemlősfaj előfordulása őshonos (fekete oszlopok) és tájidegen (fehér oszlopok) faállományú erdőkben.

47. Mely oszloppárok mutatják a pelefajok előfordulását? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. 1. erdei pele, 3. mogyorós pele, 4. nagy pele
- B. 1. erdei pele, 2. mogyorós pele, 5. nagy pele
- C. 2. mogyorós pele, 3. nagy pele, 4. erdei pele
- D. 1. mogyorós pele, 3. nagy pele, 5. erdei pele
- E. 1. nagy pele, 3. erdei pele, 4. mogyorós pele

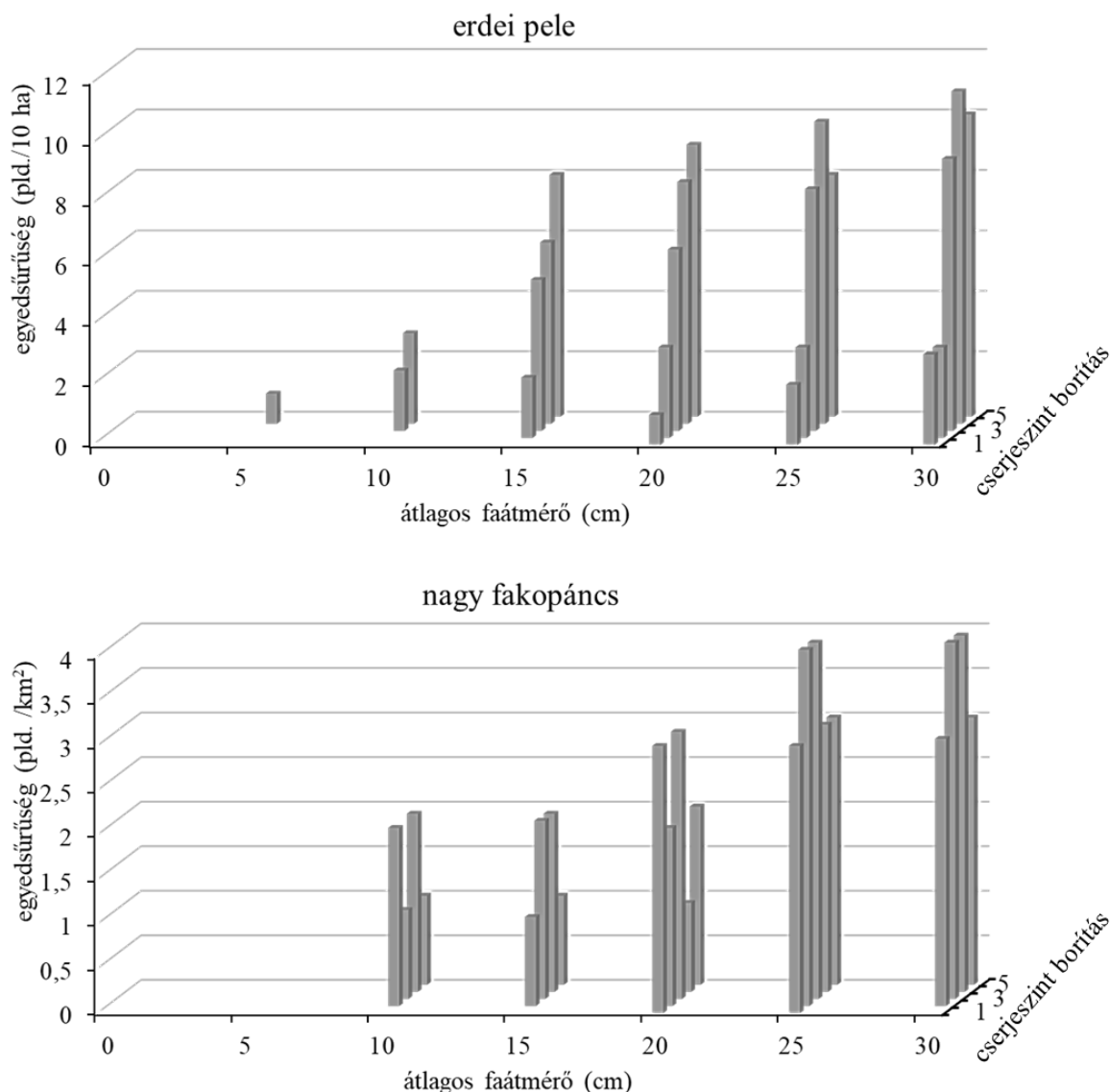
Az erdei pele általában fák harkályok vájta természetes odúiba építi mohákból és szőrszálakból álló fészket. Természetes odúk hiányában mesterséges, ember által kihelyezett odúkat is elfoglal.

A 48. feladat megoldásához tanulmányozza a 24. oldalon található ábrákat!

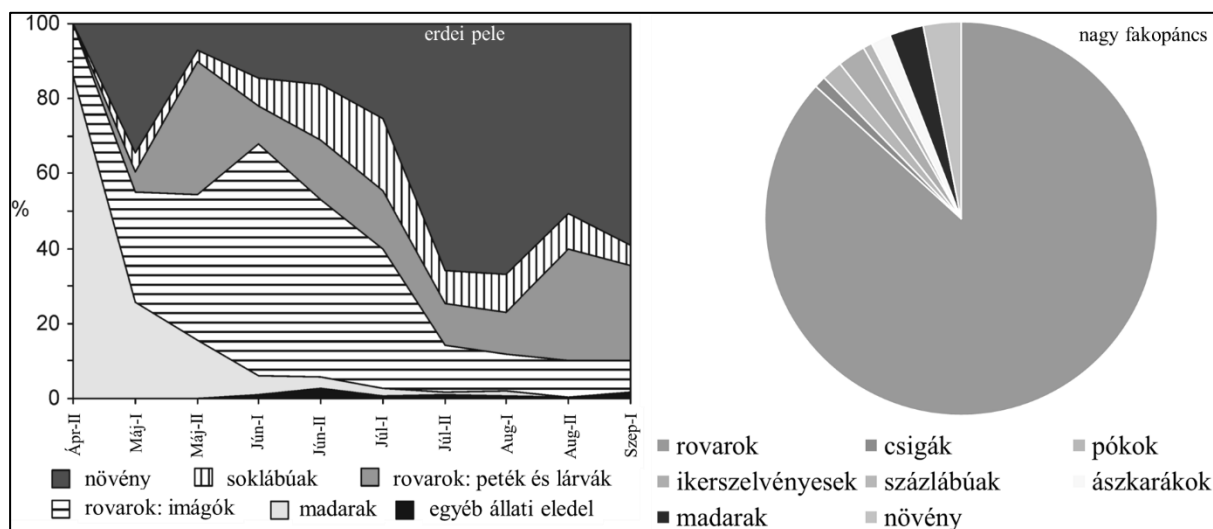
A 4. ábra az erdei pele és a nagy fakopáncs előfordulási gyakoriságát mutatja be a fák életkora és a cserjeszint fejlettsége alapján. A fák életkorát az egy méter magasan mért átlagos törzsmérővel jellemezték, a cserjeszint fejlettségét pedig 1-5-ig tartó skálával, ahol az 1 = 0-20 %, 2 = 21-40 %, 3 = 41-60 %, 4 = 61-80 %, 5 = 81-100%-os borítás.

Az 5. ábrán pedig az erdei pele és a nagy fakopáncs táplálékspektruma, táplálék preferenciája látható.

(Az ábrákhoz felhasznált adatok több tudományos közleményből származnak.)



4. ábra. Az erdei pele és a nagy fakopáncs előfordulási gyakorisága.
(ha = hektár, 1 ha = 10 000 m²)



5. ábra. Az erdei pele és a nagy fakopáncs táplálékspektruma a tavaszi-nyári időszakban.
(növény: húsos termések, olajos magvak, rügyek, soklábúak: ikerszelvényesek és százlábúak, madarak: tojások és madárfiókák; Máj-I, Máj-II: az adott hónapok első és második fele)

48. Mely megállapításokat támasztják alá a 4. és az 5. ábra adatai?

Válassza ki a helyes válaszok (2) betűjeleit, és írja a válaszlapon megfelelő helyére!

- A. Az erdei pele és a nagy fakopáncs egyedsűrűségét a cserjeszint borítása ugyanolyan módon befolyásolja.
- B. A pelék egyedsűrűsége az általuk legkedveltebb élőhelyeken kb. 20-40-szerese a nagy fakopáncsok egyedsűrűségének.
- C. Van olyan tavaszi-nyári időszak, amikor a két faj között annyira erős a táplálékért folyó versengés, hogy érvényesül a Gauze-elv.
- D. Mivel a két faj készlethasznosítása több niche-dimenzió mentén is átfed, tartósan nem tudnak megmaradni egy élőhelyen.
- E. Az erdei pelével ellentétben a nagy fakopáncs táplálékösszetételében nincs változás az év egyes periódusaiban.
- F. Mivel a nagy fakopáncsok télen híján vannak fő táplálékuknak, télen elköltöznak a területről és a telet melegebb éghajlaton töltik.
- G. Az erdei pele táplálékösszetételében a madarak részaránya a vizsgált időszakban megközelítőleg exponenciálisan csökken.

A hemoglobin molekula oxigénnel való telítettségét (szaturációját), illetve oxigénkötő képességét több tényező is befolyásolhatja. Az egyik ilyen tényező a 2,3-bifoszfoglicerinsav (2,3-BPG), ami a glikolízis köztes termékeként csökkenti a hemoglobin oxigénkötő képességét, termelődése hypoxiás (oxigénhiányos) állapotban fokozódik, elősegítve az oxigénhiányos szövetek oxigénnel való ellátását. A 2,3-BPG a hemoglobin β -alegységéhez kapcsolódik.

A leírtakhoz kapcsolódik a **színes melléklet V. ábrája**.

Az erdei pele téli álmat alszik, október végétől április közepéig hibernálódik. Ebben az időszakban testhőmérséklete 3-4°C-ra hűl le és a szíve percenként csak egyszer-kétszer ver. A szerveknek, szöveteknek a hibernáció alatt is szüksége van elegendő oxigénre, ami a hemoglobin molekula tulajdonságaiban is megmutatkozik. A tavaszi ébredéskor a pele testhőmérséklete néhány percen belül 37°C-ra emelkedik. Az erdei pele és az emberi hemoglobin (Hb) összehasonlítását a 3. és a 4. táblázat foglalja össze.

3. táblázat. A pele és az emberi hemoglobin molekula oxigénkötése (Hgmm-ben) különböző kísérleti körülmények között 5°C és 37°C-on. (p50 = az a parciális oxigénnyomás, ahol a hemoglobin 50%-os oxigén-telítettséget mutat.)

körülmények	pele-Hb		emberi Hb	
	p50 (5°C)	p50 (37°C)	p50 (5°C)	p50 (37°C)
100mM NaCl mellett				
pH 6,8	8,50	25,1	1,58	14,12
pH 7,4	4,10	12,6	0,7	9,12
100mM NaCl és 10mM BPG mellett				
pH 6,8	20,0	56,2	5,62	39,8
pH 7,4	9,8	28,8	2,23	23,0

4. táblázat. A 2,3-BPG asszociációs állandói a pele és az emberi hemoglobin dezoxigenált (oxigént nem kötő, K_d) és oxigenált (oxigént kötő, K_o) formájához 5°C és 37°C-on. (Az asszociációs állandó azt fejezi ki, hogy mennyire erősen kötődik a 2,3-BPG a hemoglobin adott formájához.)

	asszociációs állandó	
	K_d	K_o
pele Hb		
5°C	$5,00 \times 10^{-4}$	$1,04 \times 10^{-3}$
37°C	$5,00 \times 10^{-4}$	$1,04 \times 10^{-3}$
emberi Hb		
5°C	$7,07 \times 10^{-5}$	$2,70 \times 10^{-4}$
37°C	$4,46 \times 10^{-4}$	$1,14 \times 10^{-3}$

49. Melyik élettani változás idézi elő a magas 2,3-BPG szinthez hasonló hemoglobin szaturációs görbe eltolódást? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. Az albumin által kiváltott ozmotikus nyomás csökkenése.
- B. A CO₂ parciális nyomásának csökkenése.
- C. A vér [H⁺]-nak csökkenése.
- D. Lázás állapot.
- E. 7,4-nél magasabb vérplazma pH.

50. Melyik megállapítás igaz a pele és az ember hemoglobin molekulájára?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

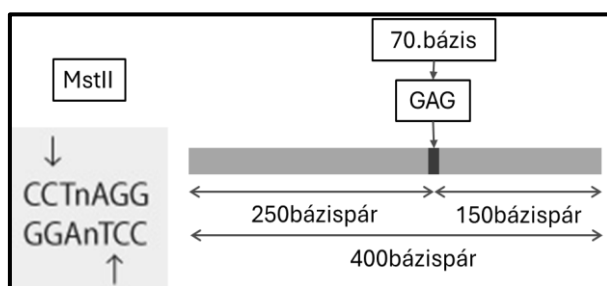
- A. A hőmérséklet csökkenése az emberi hemoglobin szaturációs görbét balra, a pelét jobbra tolja el.
- B. A pele-hemoglobin esetében a 2,3-BPG kötődési képessége az oxigenált és dezoxigenált Hb-hoz azonos mértékű.
- C. A pele-Hb szaturációját kevésbé befolyásolja a 2,3-BPG és a hőmérséklet, mint az emberi hemoglobinét.
- D. 37°C-on a 2,3-BPG asszociációs állandói nagyságrendileg különböznek a pele-Hb és az emberi Hb esetén, mind a Hb oxigenált, mind a dezoxigenált formájánál.
- E. Fiziológias pH érték mellett a pele Hb szaturációs görbéje 5°C és 37°C-on is balra van eltolódva az emberi Hb szaturációs görbéjéhez képest.

51. Mi a valószínűsíthető jelentősége annak, hogy a pele hemoglobinja a hőmérsékletváltozásra kevésbé érzékeny? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A pele-Hb így korlátozza az oxigénnyomás hirtelen változásait az ébredési fázisban.
- B. A szövetekben nem lesz jelentős oxigénellátási különbség a nappal és az éjszaka során.
- C. Normál testhőmérsékleten sem fog a Hb molekula túltelítődni oxigénnel.
- D. A pele szervei így ugyanannyi oxigénhez jutnak hibernált állapotban, mint aktív időszakokban.
- E. Így válik lehetővé, hogy a pele-Hb a kémhatásváltozásokra és a 2,3-BPG jelenlétére se legyen érzékeny.

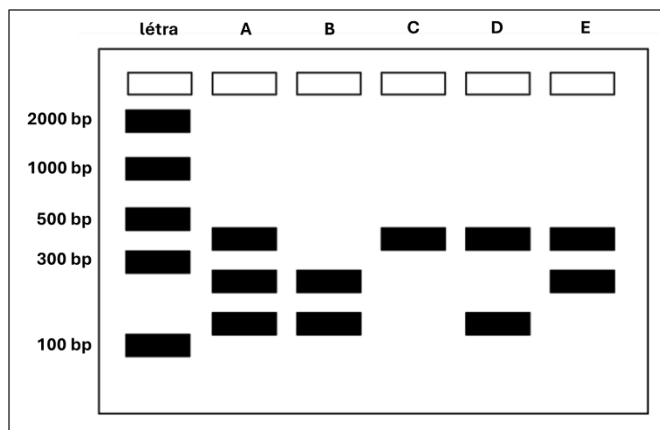
A SARLÓSEJTES VÉRSZEGÉNYSÉG DIAGNOSZTIZÁLÁSA ÉS KEZELÉSE (7 PONT)

A sarlósejtes vérszegénység egy pontmutáció miatt alakul ki. A hemoglobin β -láncát kódoló gén 70. bázisa adeninről timinre, és így a fehérje hatodik aminosava glutaminsavról valinra cserélődik. A mutáns allél által kódolt β -globin fehérje térszerkezete megváltozik, ez okozza a betegséget. A diagnosztizálás genetikai teszttel történhet. A beteg véréből DNS-t izolálnak és PCR segítségével a hemoglobin β -láncát kódoló gén 400 bázispár hosszú részét felszokszorozzák. A mutáns és a vad allél (az adott fajnál leggyakoribb allél, minden ettől eltérőt mutánsnak nevezünk) csak egyetlen bázisban különbözik, ezért a PCR termékeket MstII restrikciós endonukleázzal kezelik a gélelektroforézissel történő szétválasztása előtt.



1. ábra:

Bal oldal: az MstII hasítási helye. “n” helyen bármelyik DNS bázis szerepelhet. Jobb oldal: A felszokszorozott DNS szakasz (szürke) a hasítási hellyel (fekete). A hasítási hely egy része a 70. bázissal.



2. ábra: Sematikus gélkép egy ismert méretű DNS darabokat tartalmazó DNS létrával és öt PCR reakció termékeinek elméleti kombinációjával. A sávok csak az adott méretű DNS jelenlétét jelentik, vastagságuk nem arányos a DNS mennyiséggel.

52. Melyik betűvel jelzett oszlop mutatja helyesen egy a vad allélra homozigóta egyed gélképét (egészséges egyed)? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A
- B. B
- C. C
- D. D
- E. E

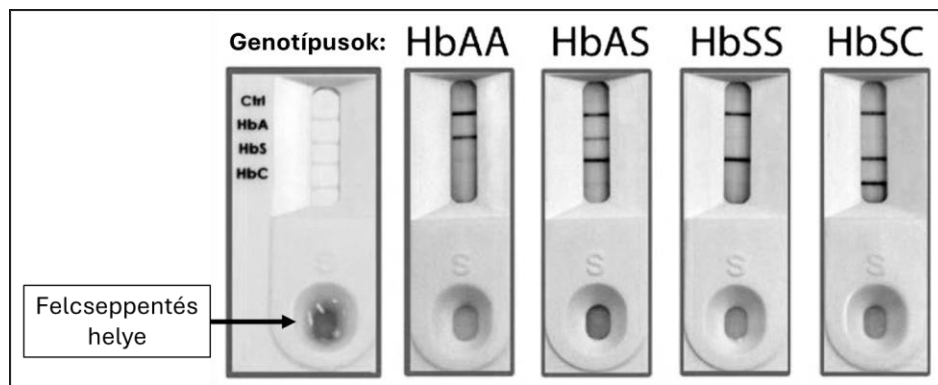
A PCR vizsgálathoz szükséges berendezések költségesek és csak képzett személy tudja elvégezni, ezért a kutatók kifejlesztettek egy laterális áramláson alapuló tesztet. A teszt kapillaritáson és antigén-antitest kapcsolaton alapul. Lándzsátűvel megszűrjék a vizsgált személy ujjbegyét, egy kapilláris segítségével felszívják a vért és pufferoldattal kezelik 20 másodpercig. A kapott oldatot felcseppentik a tesztre. A papírcsíkon a folyadékkal együtt mozgó hemoglobin molekulák elsőként kék színnel reagálnak, egérben termeltetett α -globin lánc elleni antitestekkel érintkeznek. Ezek mindegyik hemoglobin molekulával összekapcsolódnak és tovább haladnak a folyadékkal. Ezután következik három, a papírhoz kapcsolt antitest, melyek a β -globin lánc azon részét ismerik fel, amelyben különbség van a mutáció miatt. Az első (HbC-vonal) egy olyan β -láncot (β^c) ismer fel, aminél a hatodik aminosav glutaminsavról lizinre cserélődött. A HbS-vonal a sarlósejtes vérszegénységet okozó, a HbA-vonal pedig a normál β -globin láncot ismeri fel. A Ctrl-vonal egy kecskében termeltetett egér antitest elleni antitest, ami szintén a papírhoz van kötve. A HbC-, HbS-vonalak már néhány százalékos HbC és HbS hemoglobint kimutatnak, a HbA vonal csak 40% fölött mutatja ki a HbA hemoglobint.

Az egyes hemoglobin molekulák és az őket felépítő fehérjeláncok jelölései:

HbC= 2α - és $2\beta^c$ -globin **HbS**= 2α - és $2\beta^S$ -globin, **HbA**= 2α - és 2β -globin

53. Mi a szerepe a pufferoldatnak a vizsgálat során? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. Tönkreteszi a sejthártyáját, így felszabadítva a hemoglobint a vörösvértestből.
- B. Csökkenti a vörösvértest térfogatát a papíron való jobb áramlás érdekében.
- C. Szétválasztja egymástól a hemoglobint felépítő 4 láncot, hogy mindegyik α -globin és β -globin lánc kimutatható legyen.
- D. Segíti a HbS hemoglobinok összekapcsolódását, hogy kimutathatóak legyenek a teszttel.
- E. Megváltoztatja a hemoglobin molekulák térszerkezetét, hogy azok tudjanak kapcsolódni a teszten lévő antitestekkel.

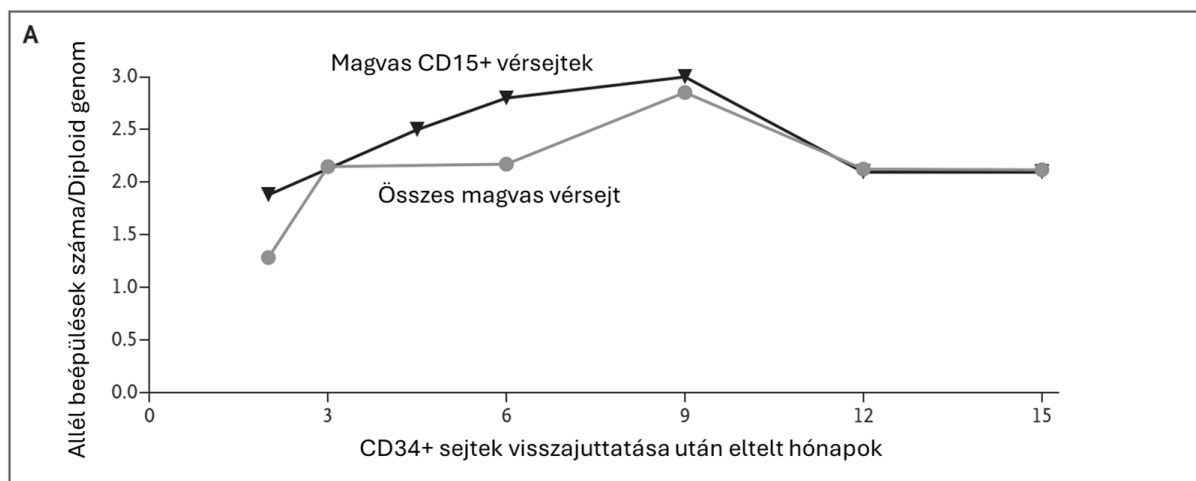


3. ábra: Bal oldalon: A teszt az antitestek jelölésével. További képek: A teszt eredményei különböző genotípusok esetén. (A vonalak kék színűek.)

54. Melyik állítás igaz a vizsgálatra? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. Ha a HbA-, a HbS-, a HbC-vonalak közül valahol pozitív jelet látunk, akkor ott két különböző antitest közvetlenül összekapcsolódott.
- B. A Ctrl vonalnál lévő antitest bármelyik hemoglobin molekulával képes közvetlen kapcsolatot kialakítani.
- C. A vizsgálat alapján nem lehet különbséget tenni a sarlósejtes vérszegénységre nézve heterozigóták és homozigóták között.
- D. Ha csak puffert cseppentünk fel, akkor egyik helyen sem látnánk pozitív jelet.
- E. Mindegyik vonal esetén két antitest együttes jelenléte eredményezi a pozitív jelet.

A sarlósejtes vérszegénység kezelésére több olyan génterápiát dolgoztak ki, ahol a beteg véréképző sejtjeit (a CD34+ sejteket, azaz CD34 membránfehérjével rendelkező sejteket) izolálják, majd genetikailag módosítják egy vektor segítségével. A csontvelő sejtjeinek elpusztítása után ezeket a módosított sejteket visszajuttatják a betegbe. Az egyik ilyen terápiának a neve Lyfgenia. Itt egy lentivírusba (retrovírus vektor) építik be a β -globin gén β A-T87Q allélját, ami beépül az izolált véréképző sejtekbe. A beépülés nem irányított és többször is megtörténhet több különböző pontján a genomnak. A következőkben egy homozigóta (β^S/β^S) beteg kezelése során kapott adatokat vizsgáljuk.



4. ábra: A β A-T87Q allél beépülések átlagos számának változása a genetikailag módosított véréképző sejtek visszajuttatását követően. A CD15 egy membránfehérje, ami a monocitákra és a granulocitákra jellemző.

55. Átlagosan hány példányban található meg a β -globin β A-T87Q allélja a vér sejtmagvas elemeiben 15 hónappal kezelést követően? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 6

A beteg évek óta vörösvértest transzfúziót kapott. A csontvelőjének elpusztítása (0. nap) utáni 2. napon kapta meg a lentivírral módosított véréképző sejteket. A transzfúziót a 88. napon állították le. A β^{T87Q} -globin a 87. aminosav helyen treonin (T) helyett glutamint (Q) tartalmaz. Ez a β -globin gátolja a sarlósejtes β -globinok összekapcsolódását. A beteg vérének hemoglobintartalmát folyamatosan nyomon követték, ami a **színes melléklet VI. ábráján** látható.

Az előforduló hemoglobinok és az azokat felépítő fehérjeláncok jelölései:

HbF=2 α - és 2 γ -globin,

HbA₂=2 α - és 2 δ -globin,

HbA^{T87Q}=2 α - és 2 β^{T87Q} -globin,

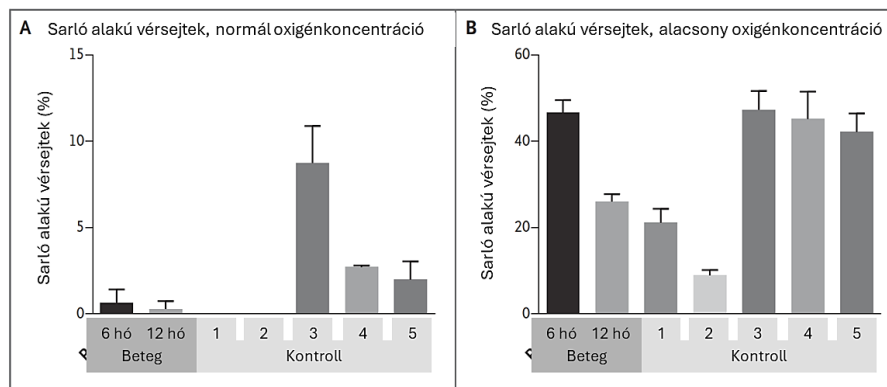
HbS=2 α - és 2 β^S -globin,

HbA=2 α - és 2 β -globin

56. Melyik állítás igaz a leírtak és az ábra alapján? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A vad típusú β -láncok mennyisége nő a kezelés előrehaladtával.
- B. A normál HbA mennyisége a csontvelősejtek elpusztítása miatt csökken.
- C. A β^S -globin és a β^{T87Q} -globin koncentrációja nagyban eltér a kezelés végére.
- D. A csontvelő elpusztítása nem volt sikeres, mert az első mérés során magas a HbA koncentrációja.
- E. A beteg hemoglobinképzése a 9. hónapra helyreáll.

A kezelés sikerességének mérésére a beteg vérének két heterozigóta (β/β^S) (kontroll 1, 2) és három homozigóta (β^S/β^S) (kontroll 3, 4, 5) vérével hasonlították össze.



5. ábra: A ábra: sarló alakú sejtek aránya normál oxigénkoncentráció mellett, B ábra: sarló alakú sejtek aránya alacsony oxigénkoncentráció (10%, hipoxia) mellett.

57. Melyik állítás igaz a leírtak és az ábrák alapján? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A kezelés 6. hónapjában a beteg vörösvértestjei hasonló mértékben válnak sarló alakúvá, mint a β/β^S genotípusú pácienseké hipoxia esetén.
- B. A kezelés 6. és 12. hónapjában a beteg vörösvértestjei ugyanolyan arányban válnak sarló alakúvá hipoxia esetén.
- C. Normál oxigénkoncentráció esetén a beteg vörösvértestjeinek sarló alakúvá válása a β^S/β^S genotípusú kontrollokéhoz hasonlít jobban.
- D. A hipoxia növeli a sarló alakú vörösvérsejtek arányát mindegyik vizsgált csoportban.
- E. Az adatok megerősítik, hogy a β^{T87Q} -globin gátolja a β^S -globin láncok összekapcsolódását.

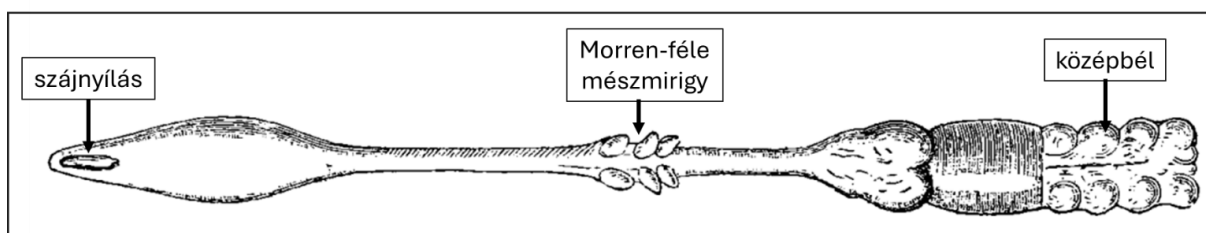
Sarlósejtes vérszegénység esetén magas az éretlen vörösvértestek (retikulociták) száma a vérben, homozigóta egyedekben a legmagasabb, a heterozigótákban alacsonyabb, de a normál értéktartomány feletti. A betegről már tudjuk, hogy évek óta vörösvértest transzfúziót kapott. A csontvelő elpusztítása előtt (-3 és 0 hónap között) cseretranszfúziót kapott (a beteg vérének fokozatosan eltávolítják, miközben donor vért kap). A módosított vérképző sejtek visszajuttatását követően a 88. napig vörösvértest transzfúziót kapott. **A színes mellékletben található VII. ábra** mutatja a retikulociták és a vörösvértestek számának változását.

58. Melyik állítás hibás az ábra és a leírás alapján? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A vörösvérsejtek száma a csontvelő elpusztítását követően nem csökken jelentősen.
- B. A retikulociták száma a kezelés 6. hónapjától csökken.
- C. A retikulociták száma a csontvelő elpusztítást megelőzően lecsökken.
- D. A retikulociták száma a csontvelő elpusztítást követően megnő.
- E. A vörösvértestek száma a 7. hónap környékén sem csökken le.

FÖLDIGILISZTA VIZSGÁLATA (10 PONT)

A földigiliszta-félék családjának egy speciális szerve a Morren-féle mészmirigy.

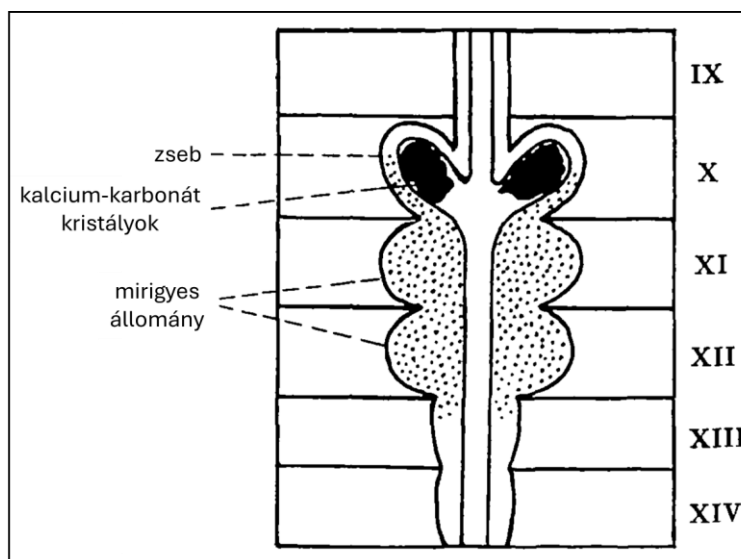


1. ábra: Sematikus ábra a Morren-féle mészmirigy elhelyezkedéséről.
Ez az ábra egy Charles Darwin által írt tanulmányból (1871) származik.

59. A bélcsatorna melyik részéhez kapcsolódik a Morren-féle mészmirigy?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

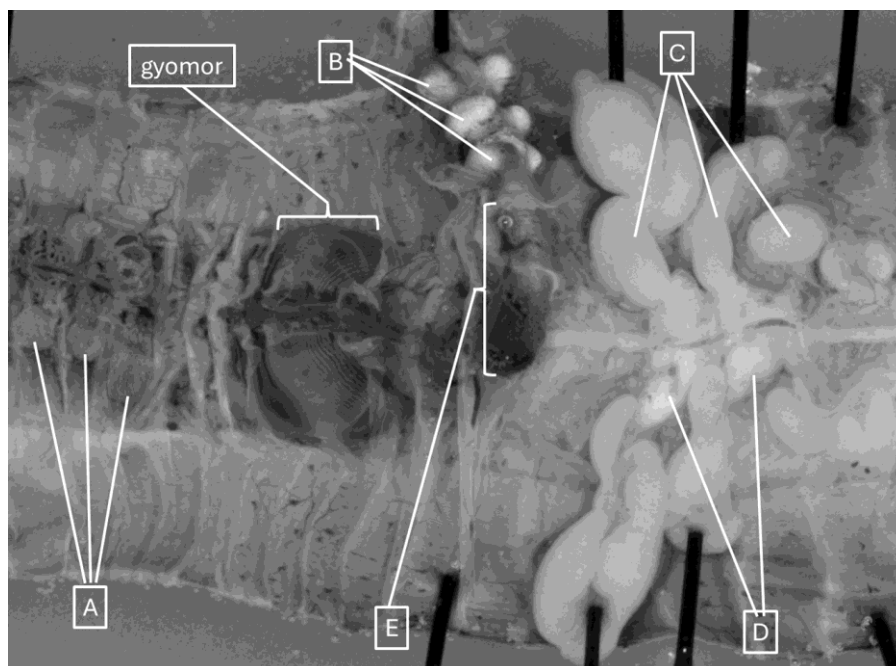
- A. garat
- B. begy
- C. nyelőcső
- D. gyomor
- E. utóbél



2. ábra: A mészmirigy sematikus rajza. Jobb oldalon a szelvényszámok láthatóak.

A mészmirigy két részből áll: üreges zsebekből, amik mészkristályokat (CaCO_3) tartalmaznak és mirigyes állományokból, amik egy sűrű, fehér, tejszerű (csapadékos) váladékot állítanak elő. A mirigyes állomány elülső részén találhatóak azok a pórusok, amiken keresztül a váladék a zsebekbe jut és elkezd nagyobb kristályokká összeállni. A mirigyes állomány sejteit képesek Ca^{2+} -okat kiválasztani, a szén-sav-anhidráz enzimmal pedig a szén-dioxid vízzel való reakcióját katalizálják, így hidrogénkarbonát-ion és karbonát-ion képződik. Elektronmikroszkópos képen látható, hogy a sejtekben sok mitokondrium, durva- és simafelszínű endoplazmatikus retikulum és Golgi-készülék található.

A mészmirigy vizsgálatához az állatot a háti oldalán a nyereg mögöl indulva a fejéig felvágják. A testfalat gombostűkkel kifeszítik két oldalra. A 3. ábrán látható boncolást végző személy ügyetlen volt és a szervek egy részét elvágta, így mikor az állatot kitűzte a szervek elmozdultak eredeti helyükről.



3. ábra: A felnyitott földigilisza.
A kép jobb oldalán van a feji vége az állatnak.

60. Melyik betűvel jelölt rész a mészmirigy? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A B. B C. C D. D E. E

Megfigyelések a mészmirigy emésztésben betöltött szerepével kapcsolatban:

- Normál táplálék (humusztartalmú talaj, levéldarabok) esetén:
 - a székletben mészkristályok figyelhetők meg, az emésztés hatékony, széklet homogén,
 - a mészmirigyeltávolítva a széklet kémhatása enyhén savas, levéldarabokat és emésztetlen anyagokat tartalmaz.
- Savas kémhatású táplálék (a normál táplálékhoz citromlevet adtak) esetén a mészkristályok eltűnnek a mirigyből és a székletből. A széklet kémhatása erősen savas, újból levéldarabokat és emésztetlen anyagokat tartalmaz.

61. Melyik feltevést helytelen az előbb leírt megfigyelések alapján?

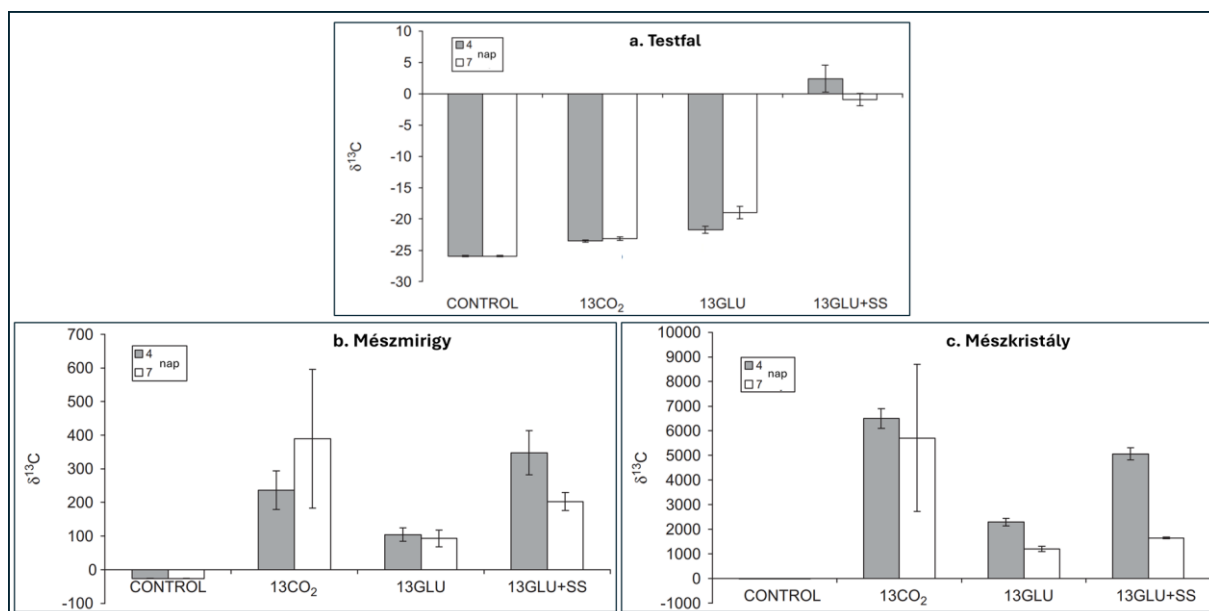
Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. A gyomornak nincs jelentős sósav termelése.
 B. Vannak emésztőenzimek, amik közel semleges, vagy enyhén lúgos kémhatás esetén működnek csak megfelelően.
 C. A gyomor falának mozgása önmagában nem elég a táplálék megfelelő darabolásához.
 D. A mészmirigy által termelt váladék és kristályok részt vesznek a táplálék semlegesítésében.
 E. A mészmirigy váladéka tartalmaz olyan emésztőenzimeket, amelyek savas kémhatás esetén működnek megfelelően.

A kutatók kíváncsiak voltak arra, hogy honnan származik a CO₂, ami bekerül a mirigybe és később a kiválasztott CaCO₃-ba. A vizsgálatokhoz a kutatók a szén 13-as tömegszámú izotópját használták, amit vagy CO₂, vagy glükóz tartalmazott. Földigilisztákat a következő módon kezelték:

- Minden kísérleti állat esetén: 1300 cm³-es műanyag tartályban 1100 cm³ talaj, 15°C a hőmérséklet, folyamatos sötétség, nedvességtartalom folyamatosan pótolva.
- 13CO₂ csoport: 0,1% ¹³CO₂-t tartalmazó levegőben tartották a talajt a kísérlet első négy napjában, a levegőt 50 ml/min sebességgel cserélték.
- 13GLU csoport: a kísérlet első négy napjában 15 ml 1 mg/dm³ koncentrációjú ¹³C-glükóz oldatot adtak a talajhoz.
- 13GLU+SS csoport: az előző csoporthoz képest a talajt sterilizálták.

Mindegyik kísérleti csoportban 6 giliszta volt. Hármát 4 nappal, hármát pedig 7 nappal a vizsgálat megkezdése után távolítottak el az edényből. A CONTROL csoport az eredeti élőhelyről begyűjtött 9 földigilisztából állt. A ¹³C meghatározásához mintákat vettek a mészkristályokból, a mészmirigyből és testfalból.



4. ábra: A ¹³C izotóp felhalmozódása a testfalban, a mészmirigyben és a mészkristályokban. A CONTROL $\delta^{13}\text{C} = -25$ az a., b. és c. ábra esetén, a függőleges tengely beosztása miatt változik az oszlop mérete.

A $\delta^{13}\text{C}$ a következő képlettel számolható: $\delta^{13}\text{C} = \left(\frac{(n(^{13}\text{C})/n(^{12}\text{C}))_{\text{minta}}}{(n(^{13}\text{C})/n(^{12}\text{C}))_{\text{standard}}} - 1 \right) \times 1000$

$(n(^{13}\text{C})/n(^{12}\text{C}))_{\text{standard}}$ egy viszonyítási alapként szolgáló széntartalmú minta ¹³C:¹²C aránya.

62. Melyik állítás igaz a leírás és a grafikonok alapján? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- Szén-dioxid legnagyobb arányban a mészmirigybe került be a levegőből.
- A talajban élő baktériumok nem képesek hasznosítani a vízben oldott glükózt.
- A mészkristályok nem ürülnek a kísérlet 4. és 7. napja között.
- Baktériumok jelenlétében a giliszta több glükózt és glükózból származó széntartalmú vegyületet képes beépíteni a testfalába, mint nélkülük.
- A biológiai oxidációból származó ¹³C kisebb arányban épül be a mészkristályokba baktériumok jelenlétében, mint hiányában.

A kutatók továbbá kíváncsiak voltak arra is, hogy mennyi mészkő keletkezik évente a földigiliszták tevékenysége során. A következő adatokat határozták meg:

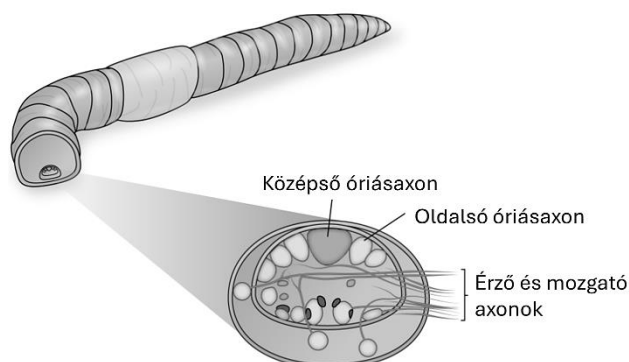
- Egy mészkőkristály tömege átlagosan 21 mg, aminek a 96%-a mészkő, a többi fehérje.
- Egy földigiliszta hetente 1-3 kristályt termel és ürít a talajba.
- A vizsgált gyeppen négyzetméterenként 100-200 földigiliszta található

63. Hány kilogramm CaCO_3 kerül egy év (365 nap) alatt egy hektár (10000 m^2) talajba a földigilisztákon keresztül, ha átlagos egyedsűrűséget és mészmirigy működést feltételezünk? *Az eredményt kg-ban, egész számra kerekítve adja meg!*

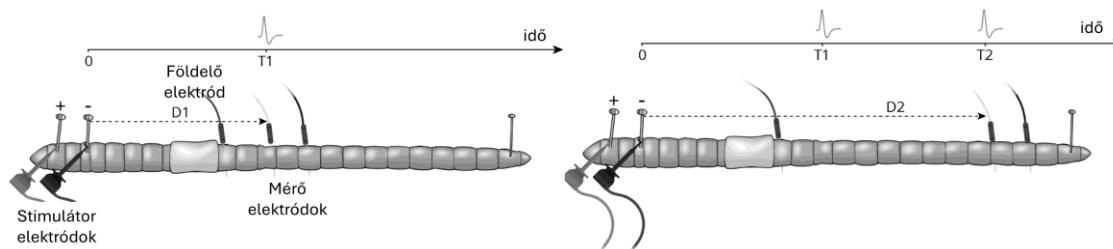
Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

A továbbiakban a földigiliszta idegrendszerének pár jellemzőjét vizsgáljuk meg.

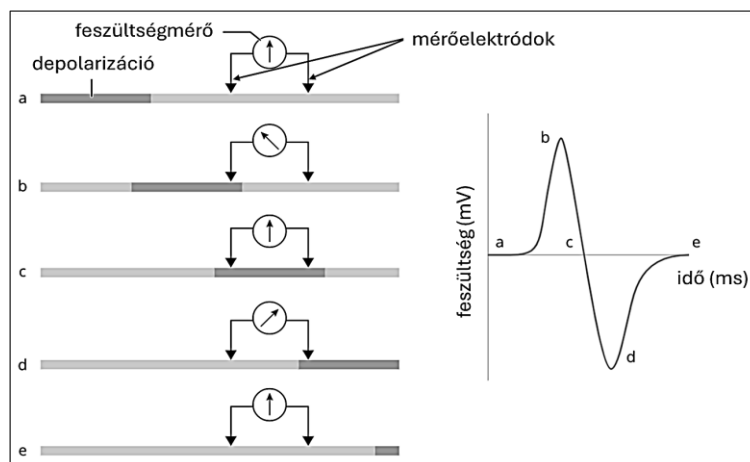
A giliszta ventrális (hasoldali) idegének legnagyobb axonjai a középső és a két oldalsó óriásaxon. Ezek akkora ionáramokat hoznak létre extracellulárisan is, hogy mV-os nagyságrendű feszültségként rögzíthetőek.



5. ábra: A földigiliszta ventrális idegkötege és annak felépítése.



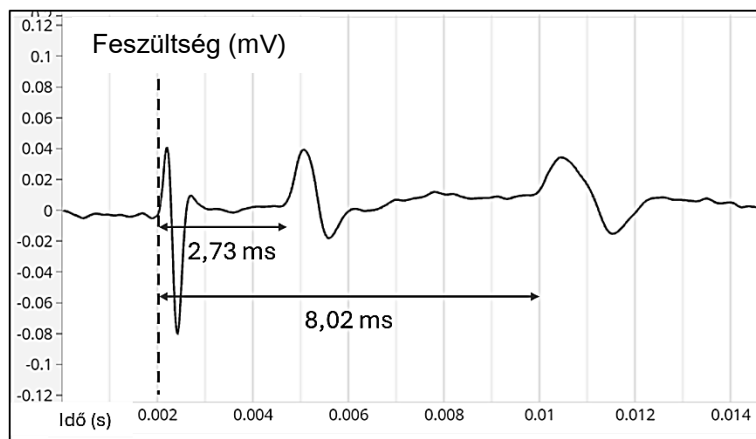
6. ábra: Az elektródok egymáshoz viszonyított helyzete. A képek bal oldalán az állat feji vége. D1=40mm, D2=70mm.



7. ábra: A feszültség (potenciálkülönbség) mérési elve.

A giliszta feji végén elhelyezzük a két stimulátor elektródot, majd a földelő elektródot és végül a két mérőelektródot. A mérőelektródok közötti potenciálkülönbséget rögzítjük feszültségként. Az extracelluláris elvezetés miatt itt sejten kívüli feszültségváltozásokat mérjük. A földigilisztát ingereljük egy adott feszültségű árammal és azt vizsgáljuk, hogy erre milyen választ ad a középső és az oldalsó óriásaxon. Elsőként mindig a stimulus által kiváltott feszültségváltozásokat rögzítjük és az ezután kapott feszültségváltozások azok, amiket az axonon végighaladó akciós potenciálok okoznak.

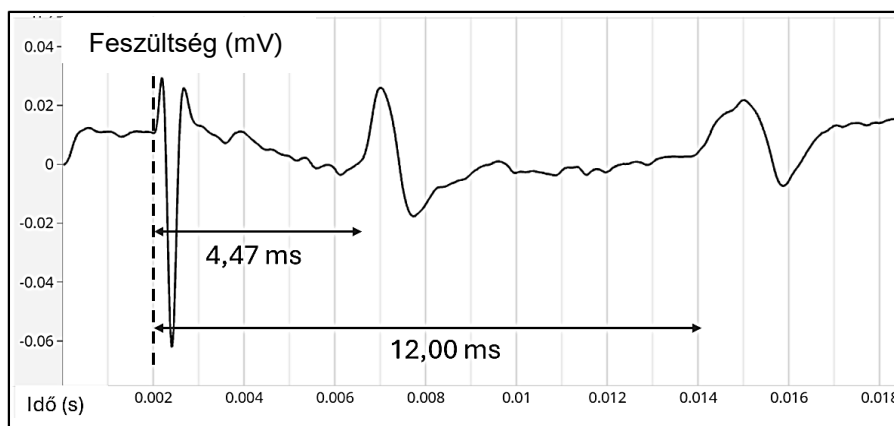
Az abszolút ingerületvezetési sebesség meghatározása során a negatív stimulátor elektród és az első mérőelektród közötti távolságot osztjuk a stimulus által kiváltott feszültségváltozás és axonról elvezetett feszültségváltozás kezdőpontjai között eltelt idővel ($v_{\text{abszolút}} = D1/T1$ vagy $D2/T2$).



7. ábra: Feszültségváltozások D1 mérőelektród távolság esetén. A szaggatott vonal a stimulus leadásának időpontja.

64. Mennyi a középső óriásaxon abszolút vezetési sebessége D1 mérőelektrod távolság esetén?
Az eredményt m/s-ban, két tizedesjegyre kerekítve adja meg!
Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

Relatív ingerületvezetési sebesség esetén még egy mérési ponton kell rögzíteni a feszültségváltozást (6. ábra jobb oldal). Itt a két mérési pont távolságának különbségét osztjuk a két mérési pont esetén az axonról elvezetett feszültségváltozás és a stimulus által kiváltott feszültségváltozás kezdőpontja közötti idők különbségével.



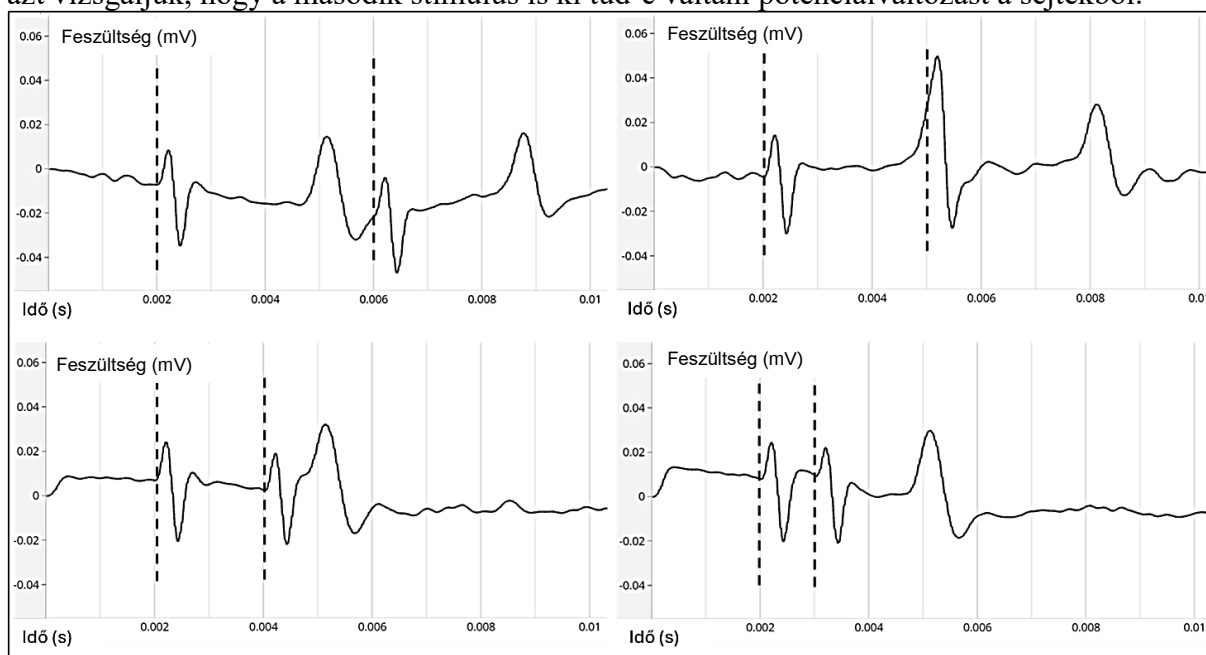
8. ábra: Feszültségváltozások D2 mérőelektrod távolság esetén. A szaggatott vonal a stimulus leadásának időpontja.

65. Írja fel a képletet, amivel a relatív ingerületvezetési sebesség számítható a D1, D2, T1, T2 jelölések használatával! *Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!*

66. Mekkora a középső óriásaxon relatív vezetési sebessége? Az eredményt m/s-ban, két tizedesjegyre kerekítve adja meg! Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

67. Mennyivel kisebb az oldalsó óriásaxon relatív vezetési sebessége a középső óriásaxonhoz képest? Az eredményt m/s-ban, két tizedesjegyre kerekítve adja meg! Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

Refrakter periódus: az az idő, ami alatt az adott sejt nem ingerelhető újra. A refrakter periódus meghatározásához két stimulust (szaggatott vonalak) egyre rövidebb időközökkel adunk le és azt vizsgáljuk, hogy a második stimulus is ki tud-e váltani potenciálváltozást a sejtekből.



9. ábra: Különböző időközökkel leadott stimulusok által kiváltott feszültségváltozások a középső óriásaxonon. A szaggatott vonalak a stimulus leadásának időpontjai.

68. Melyik volt a kísérletben a legnagyobb stimuláló frekvencia, amely mindegyik stimulus esetén potenciálváltozást (akciós potenciált) váltott ki? Az eredményt Hz-ben ($1\text{Hz}=1/\text{s}$), egész számra kerekítve adja meg! Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

VÁLASZLAP

1. A B C D E
2.
3. A B C D E
4.
5. A B C D E
6. A B C D E
7. A B C D E
8. A B C D E
9. A B C D E
10.
11. A B C D E
12.
13.
14.
15.
16. %
17. A B C D E
18. A B C D E
19. ml
20. A B C D E
21. %
22. A B C D E
23. A B C D E
24. A B C D E
25. A B C D E

26. A B C D E
27. A B C D E
28. A B C D E
29. A B C D E
30. A B C D E
31.
32. A B C D E
33. A B C D E
34.
35. A B C D E
36. A B C D E
37. A B C D E
38. A B C D E
39. A B C D E
40. sárga egyenes csőrű: %
piros lefelé álló csőrű: %
41. A B C D E
42. %
43. A B C D E
44. A B C D E
45. A B C D E
46.
47. A B C D E
48.
49. A B C D E
50. A B C D E

A jó válaszok száma:

A jó válaszok száma:

A rossz válaszok száma:

A rossz válaszok száma:

51. A B C D E

52. A B C D E

53. A B C D E

54. A B C D E

55. A B C D E

56. A B C D E

57. A B C D E

58. A B C D E

59. A B C D E

60. A B C D E

61. A B C D E

62. A B C D E

63. _____ kg

64. _____

65. _____

66. _____ m/s

67. _____ m/s

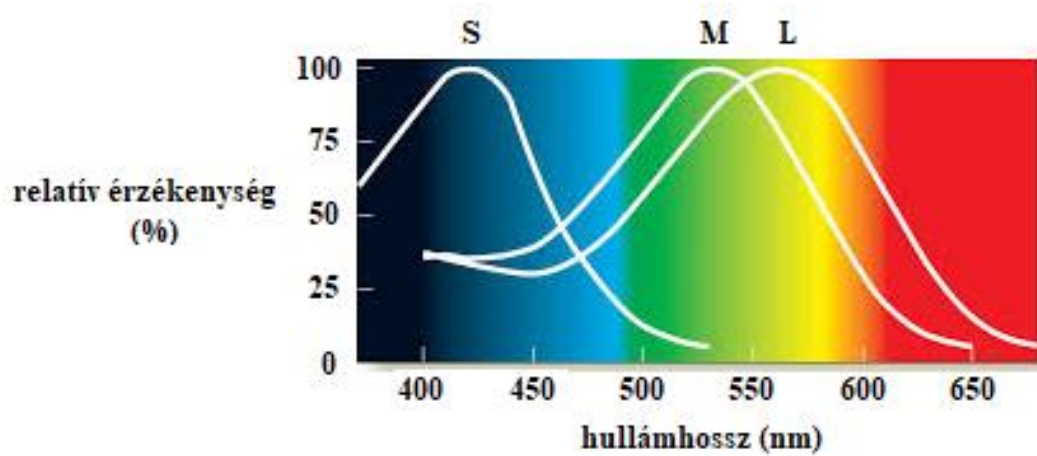
68. _____ Hz

A jó válaszok száma:

A rossz válaszok száma:

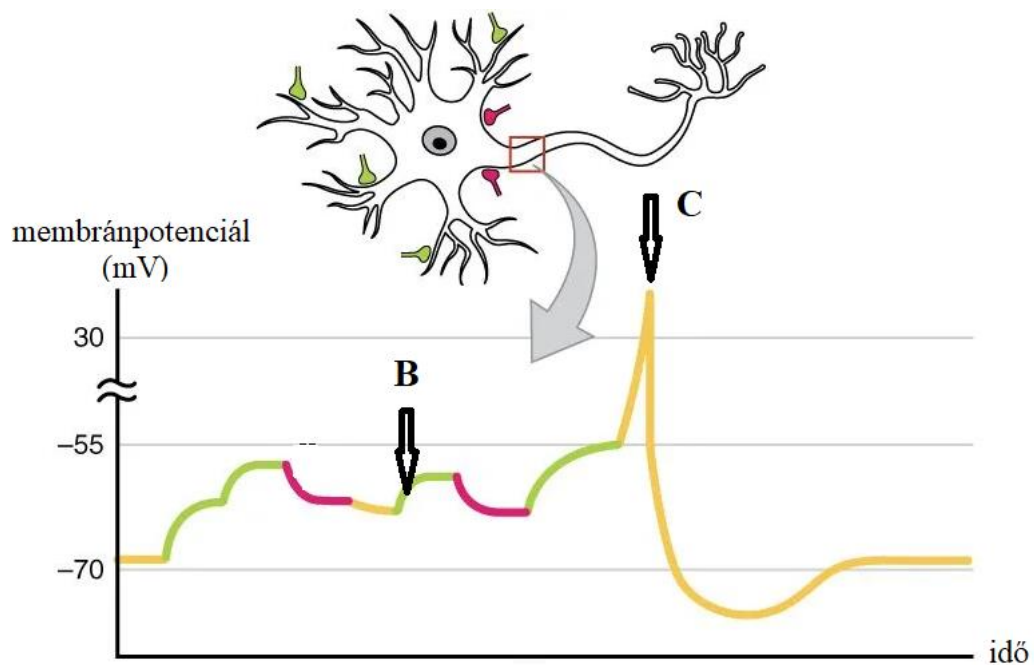
MELLÉKLET

I. ÁBRA UTAZÁS A KÉK SZÍN KÖRÜL 7. FELADAT



Az emberi retina háromféle csapsejtjének relatív érzékenysége a fény hullámhosszának függvényében

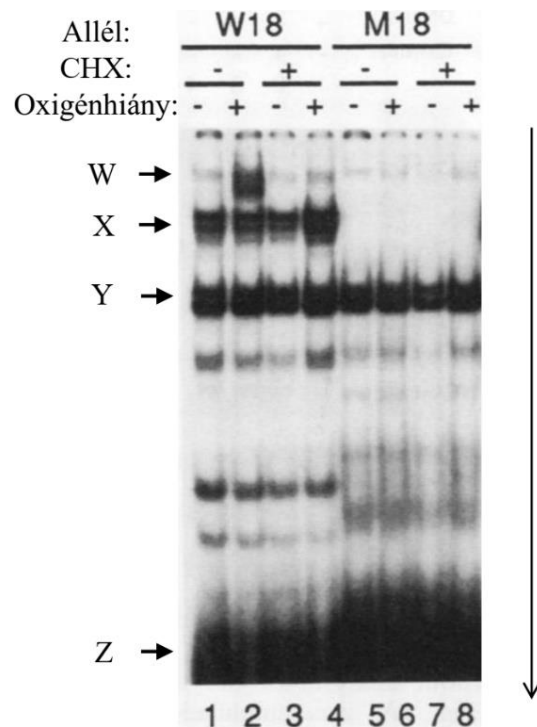
II. ÁBRA AZ AXONMEMBRÁN MŰKÖDÉSE 9-12. FELADAT



III. ÁBRA A SZERVEZET ALKALMAZKODÁSA A NAGY MAGASSÁGHOZ 25-26. FELADAT

Az ESMA vizsgálat eredménye.

Jelölték, melyik allélt használták próbaként, használtak-e fehérjeszintézisgátlót (CHX, + = használtak), és hogy oxigénhiányos állapotban nevelték-e a sejteket (+ = 1% oxigén, - = 20% oxigén).

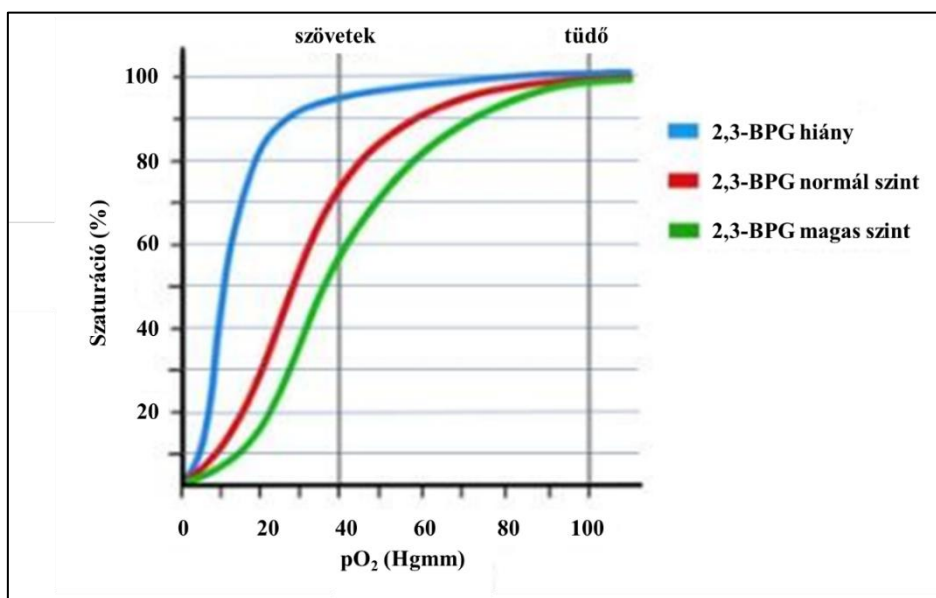


IV. ÁBRA PELÉK ÉS HARKÁLYOK 45. FELADAT



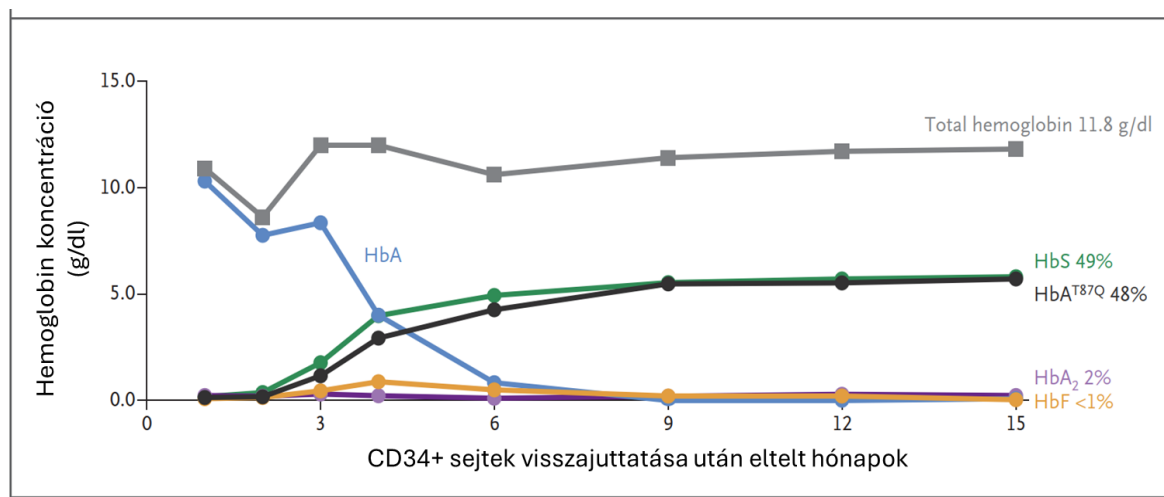
Az erdei pele (*Dryomys nitedula*) koponyája oldalsó és ventrális nézetben.

V. ÁBRA PELÉK ÉS HARKÁLYOK 49-50. FELADAT



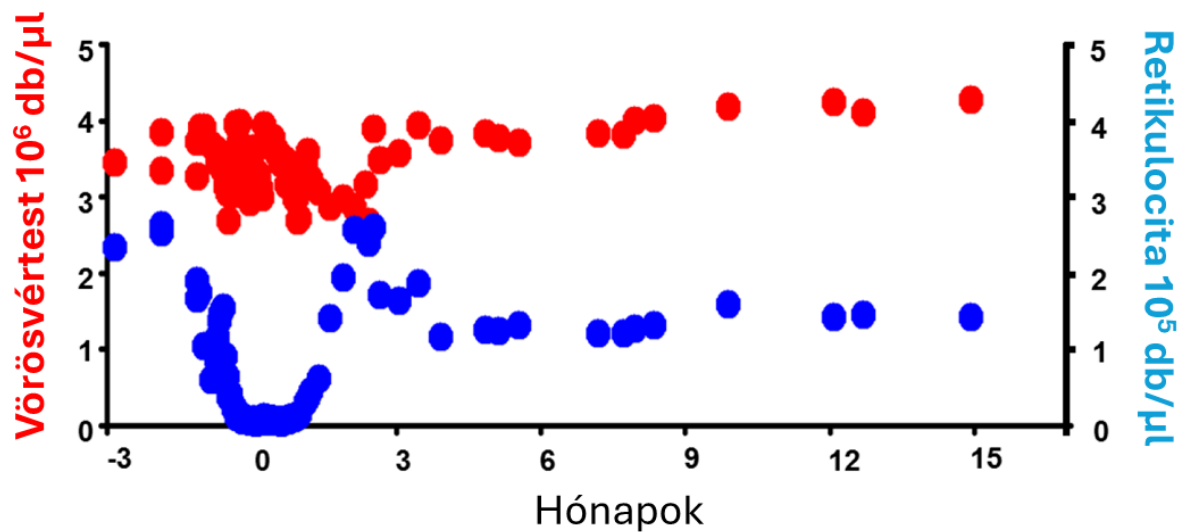
A 2,3-bifoszfoglicerát (2,3-BPG) molekula hatása az emberi hemoglobin oxigénkötési affinitására.

VI. ÁBRA A SARLÓSEJTES VÉRSZEGÉNYSÉG DIAGNOSZTIZÁLÁSA ÉS KEZELÉSE 56. FELADAT



Hemoglobin koncentráció a genetikailag módosított vérképző sejtek visszajuttatását követően.

VII. ÁBRA A SARLÓSEJTES VÉRSZEGÉNYSÉG DIAGNOSZTIZÁLÁSA ÉS KEZELÉSE 58. FELADAT



A retikulociták és a vörösvértestek számának változása a vizsgálat alatt. A 0. hónap a csontvelő elpusztításának időpontja.