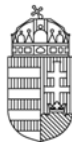


Kódszám:



OKTATÁSI HIVATAL

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

BIOLÓGIA II. 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 70 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 _____ hszt.

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 42. OLDALIG A VERSENYZŐNÉL MARADHAT,
CSAK A BORÍTÓLAPOT (1., 2., 43., 44. OLDALT) KÉRJÜK TOVÁBBKÜLDENI!**

KÉRJÜK, ERRE AZ OLDALRA NE ÍRJON!

KÉKSÉG (7 PONT)

Egyes - Spanyolországban nemesített - tyúkfajtáknál egy testi kromoszómás gén felelős a tollszín kialakulásáért. A heterozigóták kékek, ezen kívül fekete és fehér fenotípus fordul még elő. A fekete színt kialakító allél gyakoriságát p-vel, a másikat q-val jelöljük.

1. Mekkora eséllyel lesz egy fehér tojónak ugyanattól a kakastól mind a négy utóda fehér színű? *A választ paraméteresen adja meg a válaszlapon megfelelő helyén!*

2. Melyik mechanizmus állhat reálisan az előző feladatban tárgyalt öröklésmenet mögött? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. Az egyik allél által kódolt enzim elhasítja a másik allélt, ezért a fekete színanyag helyett kék keletkezik.
- B. A két allél rekombinációja során kék pigmentanyagot kódoló új alléltípus keletkezik.
- C. Az egyik allél által kódolt enzim elhasítja a másik által kódolt enzimet, így nem alakulnak ki pigmentanyagok a heterozigóta egyedekben.
- D. Az egyik allél által kódolt enzim elhasítja a másik által kódolt enzimet, így kék pigmentanyagok jönnek létre a heterozigóta egyedekben.
- E. Az egyik allél sötétkék pigmentmolekula szintézisét végző enzimet kódol. Nagy mennyiségű pigment keletkezése esetén fekete színt érzékelünk.

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

3. Mely tényezők lehetnek oxigénszegény állapot okai?

Válassza ki a nagybetűkkel jelölt válaszlehetőségek közül azt, amelyik mindegyik (kisbetűvel jelölt) igaz állítást tartalmazza, és nem tartalmaz hamisat!

- a. hegymászás az Andokban
- b. Covid-19 fertőzés
- c. szénmonoxid mérgezés
- d. szívinfarktus

- A. abcd
- B. abd
- C. ac
- D. bc
- E. bd

Az alacsony véroxigén szint 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 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 660 nm-en és 940 nm-en mérhető elnyelés aránya.

A legtöbb állat kék színét nem kék színű pigmentmolekula hozza létre, hanem olyan mikroszerkezetű felület a tollakon/bőrön/szivárványhártyán, amely a látható fotontartomány bizonyos hullámhosszú összetevőit „csapdába ejti” optikai értelemben, így a szembe jutó fotonok összességében kék hatást keltenek az állati szemek számára.

5. Melyik állítás(ok) igaz(ak) a fentiek és ismeretei alapján?

Válassza ki a nagybetűkkel jelölt válaszlehetőségek közül azt, amelyik mindegyik (kisbetűvel jelölt) igaz állítást tartalmazza, és nem tartalmaz hamisat!

- a. A kék színt is tartalmazó állatok színlátók, mert különben nem tudnák megítélni, hogyan kell alakítani a színes hatású felület mikroszerkezetét.
 - b. Egy hulló esetén a pikkelyek felületének megváltozása a szín kékről zöldre történő megváltozását is okozhatja.
 - c. A kék színű pigmentmolekulákat termelő állatok a kék és ibolya fotonokat nyelik el legnagyobb mértékben.
- A. abc
 - B. ab
 - C. csak a
 - D. bc
 - E. b

A színes mellékletben lévő I. ábrán az emberi retina négyféle receptorsejtjének relatív érzékenységet ábrázolták a fény hullámhosszának függvényében.

6. 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. Mindhárom színlátásért felelős receptor képes érzékelni a teljes kék tartományt.
- b. Azok, akikben genetikai hiba miatt működésképtelenek az S csapsejtek, nem látják a 410 nm-es fényt, mert a maradék három receptortípus hatása éppen kioltja egymást.
- c. A pálcikasejtek érzéketlenek a kék fényre.
- d. A pálcikasejtek fényérzékenysége lényegében azonos a csapsejtekével.

- A. a
- B. ab
- C. ac
- D. bcd
- E. bd

IONCSATORNÁK AZ IDEGSEJTEN (12 PONT)

7. Hol dől el, hogy indul-e ingerület egy idegsejten, és miért azon a helyen?

Írja be a helyes római szám – betű kombinációt (pl. VI/f) a válaszlapon megfelelő helyére!

Helyek:

- I. dendrit
- II. axoneredési domb
- III. axon középső szakasza
- IV. axonvégződés
- V. szinaptikus hólyag

Okok:

- a. ide kapcsolódnak be az ingerületátvivő anyagok
- b. itt a legvékonyabb a sejthártya a neuronon
- c. itt vannak az axonon lévő első feszültségfüggő ioncsatornák
- d. ez a terület van legközelebb az előző neuron axonvégződéséhez

8. Mekkora a küszöbpotenciál értéke **a színes mellékletben látható II. ábra** alapján? (Az ábra nem színes!)

Adja meg az értékét a válaszlapon megfelelő helyén mV mértékegységben!

Ha nem megadható, írjon X-et!

9. Hányszor érte az idegsejtet serkentő hatás a mérés ideje alatt?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

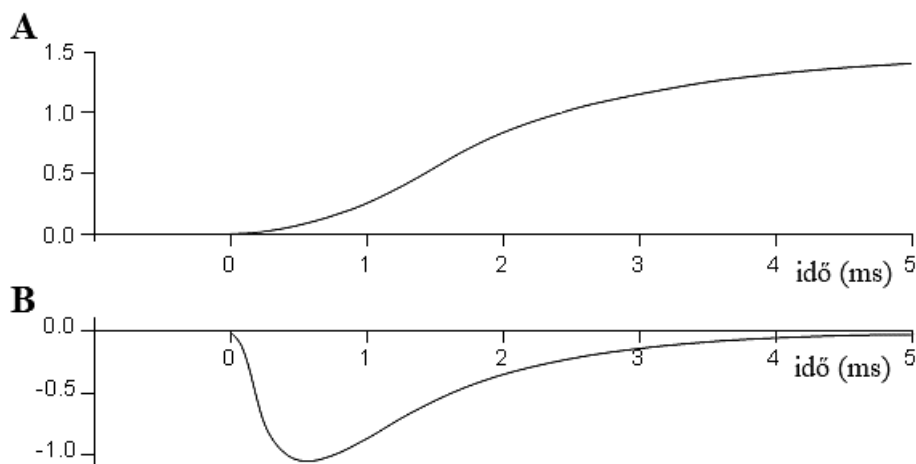
- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

10. Mi okozza az „A” betűvel jelölt résznél tapasztalható változást?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

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

A feszültségzár (voltage clamp) módszer az ionáramok közvetlen vizsgálatát teszi lehetővé. A módszer segítségével a membránpotenciált mesterséges módon állandó értéken tartják („zár alá helyezik”), és a mérések alapján grafikusán ábrázolják az ionáramokat. Az alábbi ábra a nátrium- és a kálium-csatornákon áthaladó ionáramot mutatja (nem feltétlenül ebben a sorrendben) az idő függvényében egy neuron axonmembránján. A 0 ms időpont az ingerület érkezését helyettesítő mesterséges hatás időpontjának a kezdete, innentől kezdve állították állandó értékre a membránpotenciált.



11. Mi a függőleges tengelyen ábrázolt változó mértékegysége?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. mA/s B. mA/cm² C. mV D. mV/s E. mV/mm²

A feszültségzár módszer alkalmazása miatt a mért ionáramok dinamikája némileg eltér a valós helyzetben jellemzőtől. Vegye úgy a következő két feladatnál, hogy a fenti grafikonok által leírt ionáramok lényegében megfelelnek az első ms során az élettani körülmények közöttieknek, utána viszont főleg az egyik ioncsatorna esetében jelentős eltérés tapasztalható a működés dinamikájában az élettanihoz képest.

12. Melyik állítást valószínűsítik az ioncsatornák működésével kapcsolatban a kísérlet eredményei? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. Csak az egyik típusú csatorna nyílása feszültségfüggő.
 B. A K-csatornák záródása feszültségfüggő.
 C. Egyik ioncsatorna záródása sem feszültségfüggő.
 D. Egyik ioncsatorna nyitódása sem feszültségfüggő.
 E. A Na-csatornák nyitódása nem feszültségfüggő.

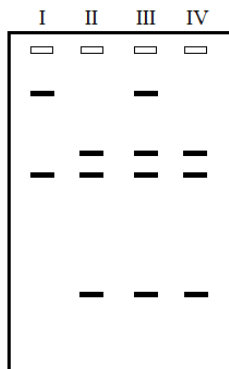
13. Mely állítások igazak a fenti kísérletre?

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

- A. Az „A” görbe jelöli a Na-csatornán áthaladó ionáramlást.
 B. A „B” görbéről leolvasható, hogy 0,6 ms-nál már az összes Na-csatorna bezáródott.
 C. Lényegében nincs további K⁺ kiáramlás a sejtéből 4 ms után.
 D. 2 ms-nál még nettó Na⁺ beáramlás van a sejtbe.
 E. A 0,3 – 3 ms-os időintervallumban a Na- és K-ionok végig ellentétes irányban végeznek nettó áramlást.
 F. A jelölt időszak végére a Na- és K-csatornák is bezáródnak.
 G. A Na-csatornák a mérés végéig nem záródnak be.

Egy énekesmadár fajban a K-csatornát kódoló génnek két viszonylag gyakori változatát találták meg. A gén a Z ivari kromoszómán található meg. A hímek kettőt tartalmaznak ebből a kromoszómából, a tojók a Z egy példánya mellett egy W ivari kromoszómával is rendelkeznek. A normál allélon (A1) megtalálható a HindIII restrikciós endonukleáz hasítóenzim két hasító helye is. A mutáns allélon (A2) az egyik hasító hely hiányzik. Tételezzük fel, hogy csak ez a két géntípus létezik, és a HindIII minden hasítóhelyen sikeres hasítást végez a vizsgálat során!

Az alábbi gélekép négy egyed allélvizsgálatának eredményét mutatja. (A DNS mennyiség nem olvasható le a géleképről.)



14. Milyen sorrendben célszerű elvégezni az eljárás lépéseit az alábbiak közül?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

A lépések: **a.** HindIII hozzáadása; **b.** primerek hozzáadása; **c.** PCR ciklusok lefuttatása;
d. Taq DNS polimeráz hozzáadása; **e.** a DNS minta hozzáadása; **f.** futtatás gélen

- A. edbacf
- B. ebdacf
- C. bedfca
- D. bdeafc
- E. ebdcaf

15. Mely állítások igazak a gélekép alapján?

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

- A. I egyed biztosan tojó.
- B. II és IV egyedek biztosan azonos neműek.
- C. Csak a III egyed heterozigóta.
- D. Bármelyik egyed lehet tojó.
- E. Bármelyik egyed lehet hím.
- F. Egyikük nemét sem lehet biztosan tudni.
- G. Nem jelenik meg az összes lehetséges hím genotípusnak megfelelő csíkeloszlás a géleképen.

Keresztezik az I és a II egyedet.

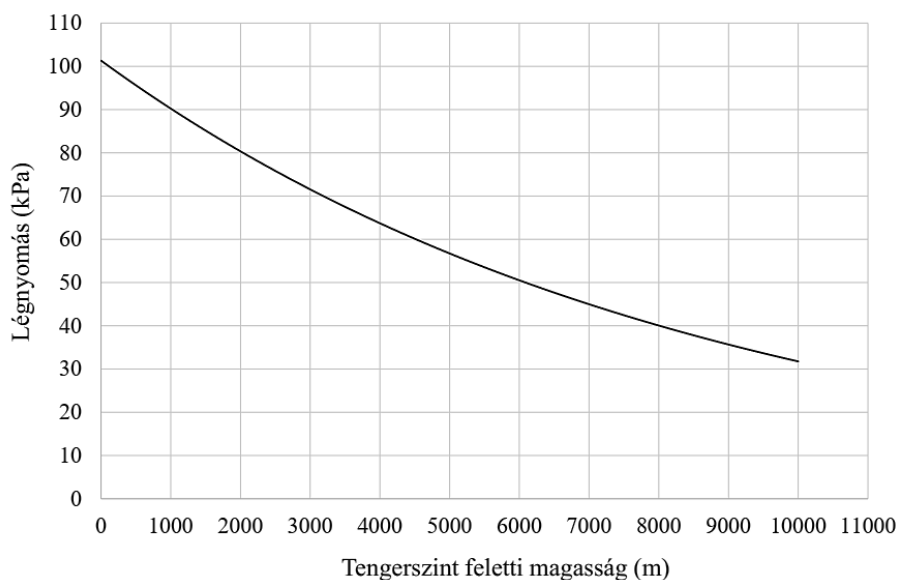
16. Mekkora lesz az I egyed géleképének megfelelő utódok aránya nagyszámú utód esetén?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. biztosan 25%
- B. biztosan 50%
- C. 0% vagy 25%
- D. 0% vagy 50%
- E. 25% vagy 50%

EVOLÚCIÓS ADAPTÁCIÓ AZ OXIGÉNHÍÁNYHOZ (12 PONT)

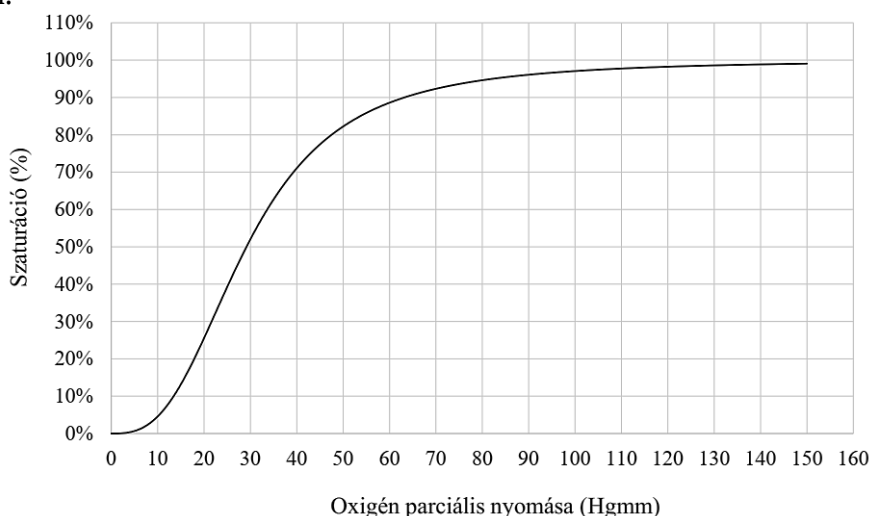
A magashegységekben való tartózkodás egyik nagy kihívása az alacsony oxigénszinthez való alkalmazkodás. A magasság növekedésével egyre csökken a levegő nyomása és a sűrűsége. (A légkör gázai jó közelítéssel ideálisnak tekinthetők.) A magasság és a légnyomás közötti összefüggést az 1. ábra mutatja.



1. ábra: A nyomás függése a tengerszint feletti magasságtól.

Az oxigén térfogatszázalékos aránya nem változik, 10 km-es magasságig mindenhol 21%. A légzőszervekben viszont ennél alacsonyabb az oxigéntartalom a gázcsere miatt, kb. 13 térfogat%. (A feladatban tegyük fel, hogy ez sem függ attól, milyen tengerszint feletti magasságban van éppen az ember!) A légzőszervek hajszálereiben és a nagy testartériákban a vérben majdnem ugyanakkora az oxigén parciális nyomása, mint a légzőszervekben lévő levegőben. A számolásoknál tekintse a különbséget elhanyagolhatónak!

Az oxigén parciális nyomása a vérben meghatározza a hemoglobin oxigénszaturációját (oxigéntelítettségét). Az összefüggést a 2. ábra mutatja egy átlagos ember esetében a tengerszinten.



2. ábra: Az oxigén parciális nyomásának hatása az oxigénszaturációra. (1 Hgmm = 133,32 Pa)

Normál esetben a nagy testartériákban a szaturáció 95% felett van. Ha a testartériákban a szaturáció 90% alá csökken, az abnormálisan alacsony, 80% alatt életveszélyes. A szívbe torkolló testvénákban normál esetben 40 Hgmm körül van az oxigén parciális nyomása.

17. Körülbelül mennyivel csökken a vér által szöveteknek időegység alatt leadott oxigén mennyisége az eredeti mennyiséghez képest, ha az artériás szaturáció 95%-ról 80%-ra csökken, és a keringés minden más jellemzője a feladatban megadott marad?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. 15%-kal
- B. 30%-kal
- C. 40%-kal
- D. 60%-kal
- E. 70%-kal

A Himalája és a Karakorum legmagasabb csúcsai 8000 méter fölé nyúlnak. A hegymászók ezt a régiót szokták halálzónának nevezni. A 2. feladatban olyan emberrel számoljon, akinek a szaturációs görbéje a 2. ábrán láthatóval egyezik meg.

18. Adja meg a grafikonok alapján, hogy mennyi a hemoglobin oxigénszaturációja egy átlagos ember esetén 8000 méter tengerszintfeletti magasságban!

Az eredményt %-ban, egész számra kerekítve adja meg!

Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

Az ember szervezete képes a nagy magassághoz alkalmazkodni, ha ott tartózkodik. Az egyik változás, hogy a vörösvértestekben az oxigénhiány hatására megnő a 2,3-BPG nevű anyag koncentrációja, aminek hatására a szaturációs görbe jobbra tolódik (az adott oxigén parciális nyomáshoz tartozó szaturáció alacsonyabb lesz).

19. Mi a magas 2,3-BPG szint előnye nagy magasságban? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

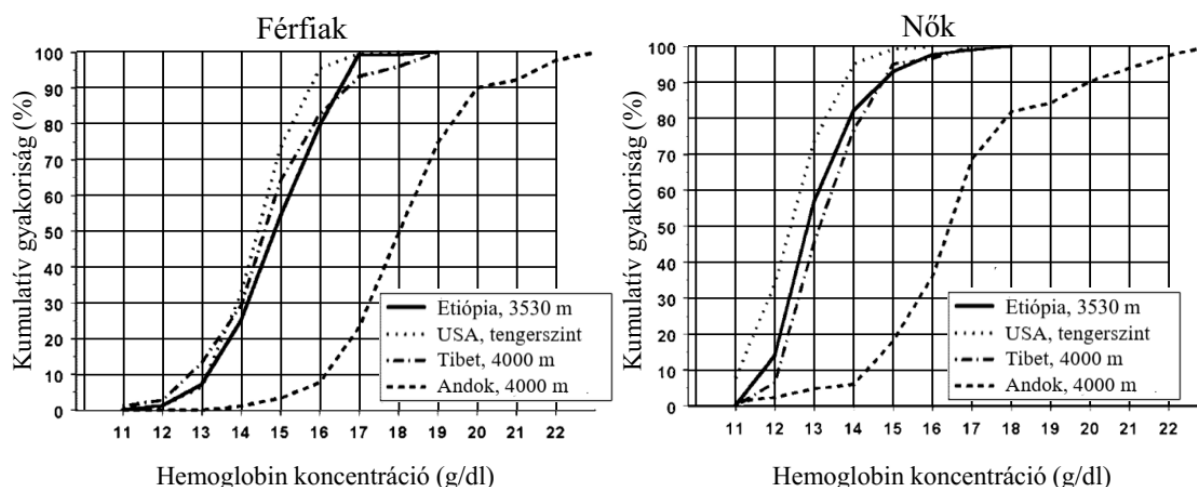
- A. Hatására a hemoglobin erősebben köti az oxigént.
- B. Növeli a testartériás vér szaturációját.
- C. Hatására a vér több oxigént ad le a szövetekben.
- D. Hatására a tüdőből kilépő vér oxigéntartalma magasabb lesz.
- E. A testartériás vér szaturációjára nagyobb hatással van, mint a testvénására.

A világon három olyan hely van, ahol évezredek óta folyamatosan élnek nagy tengerszintfeletti magasságban emberek: a Tibeti-fennsík, az Andok és az Etióp-magasföld. Az itt élő emberek az evolúciójuk során alkalmazkodtak (adaptálódtak) a nagy magasságban való élethez.

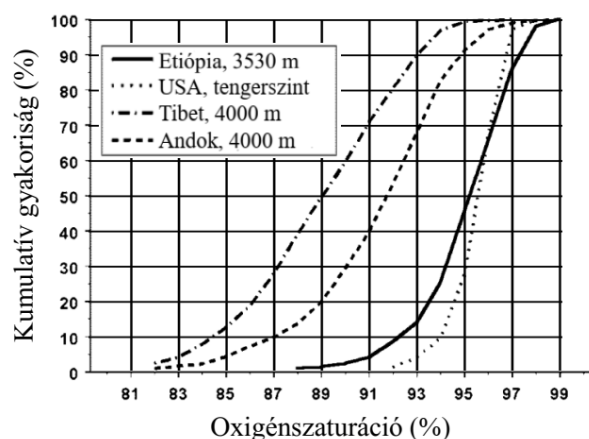
A 3. ábra a vér hemoglobin koncentrációjának eloszlását mutatja egy tengerszinten élő, és a három nagy magasságban élő populációban. A 4. ábra a testartériás vér oxigénszaturációjának eloszlását mutatja a vizsgált népcsoportokban. A vizsgálatot úgy végezték, hogy a résztvevők abban a magasságban tartózkodtak, amiben egyébként is éltek (ezeket az értékeket az ábrákon feltüntették).

Néhány fogalom magyarázata:

- Kumulatív gyakoriság: A népesség mekkora részének van legfeljebb adott értékű hemoglobin koncentrációja.
- Medián: Az az érték, aminél az adatok fele kisebb és a fele nagyobb.



3. ábra: A vér hemoglobin koncentrációjának eloszlása férfiakban és nőkben a populációkban.



4. ábra: A testartériás oxigénszaturáció eloszlása a vizsgált csoportokban.

20. Ha egy tengerszintről származó ember hosszabb ideig 4000 méter tengerszint feletti magasságban tartózkodik, melyik népcsoportéhoz hasonlít legjobban a vérének a hemoglobin koncentrációja és szaturációja? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A hemoglobin koncentráció az etióphoz és a tibetihez, a szaturáció az andokihoz.
- A hemoglobin koncentráció az etióphoz és a tibetihez, a szaturáció a tibetihez.
- A hemoglobin koncentráció az etióphoz és a tibetihez, a szaturáció az etióphoz.
- A hemoglobin koncentráció az andokihoz, a szaturáció a tibetihez.
- A hemoglobin koncentráció és a szaturáció is az andokihoz.

21. Melyik állítás igaz az adatok alapján az alábbiak közül?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- Az etiópok esetében szállítja a legtöbb oxigént egy liter artériás vér.
- Az eredmények nem magyarázzák a tibetiek adaptációját az oxigénhiányhoz.
- A férfiak és a nők evolúciós adaptációja jelentősen eltér a vizsgált magashegyi népcsoportokban.
- A tengerszinten élő populációban a legnagyobb a hemoglobinkoncentráció szórása.
- A vizsgált tulajdonságok nem a megszokott, haranggörbéhez közelítő eloszlást mutatják.

A vérben majdnem az összes oxigén hemoglobinhoz kötődve szállítódik. (A szabad, vérplazmában fizikailag oldott oxigén aránya csupán 1-2%, ettől tekintsünk el a számolásnál!) A hemoglobin moláris tömege 64 500 g/mol.

22. Számolja ki, hogy a vizsgált körülmények között hány milliliter standard állapotú (moláris térfogat: 24,5 dm³/mol) oxigént szállít 1 dm³ testartériás vére egy olyan andoki férfinak, akinek az összes értéke a saját populáció mediánjának felel meg!
Az eredményt ml-ben, egész számra kerekítve adja meg!
Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

23. Melyik állítás igaz a populációk evolúciós adaptációjával kapcsolatban?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. A három népcsoport magassághoz történő adaptációi valószínűleg közös eredetűek.
- B. A nagy magassághoz való adaptáció feltétele, hogy egységnyi térfogatú vér több oxigént tudjon szállítani a nem adaptálthoz képest.
- C. Az etiópok adaptációjának lehet magyarázata a hemoglobin szerkezetének megváltozása.
- D. A tibetiek hemoglobinja erősebben köti az oxigént, mint a tengerszinten élő embereké.
- E. Az andoki népcsoport adaptációja hasonlít a legkevésbé ahhoz, ahogyan egy tengerszintről érkezett ember szervezete reagál az oxigénhiányra.

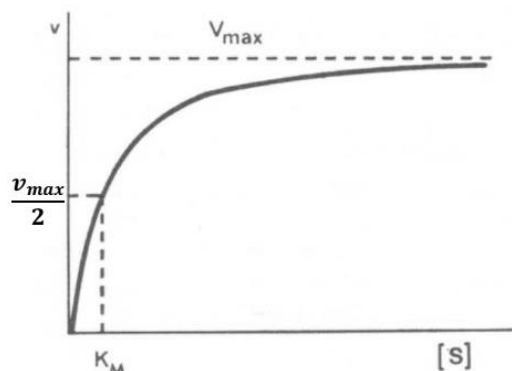
Tudjuk, hogy a vér hemoglobin koncentrációjának szabályozásában fontos szerepet játszik a HIF-2 α nevű fehérje. Erre pedig hatással van a PHD2 nevű enzim, aminek a másik szubsztrátja az oxigén. A PHD2-t az *EGLN1* gén kódolja. Tudjuk továbbá, hogy a túl magas vörösvértestszám és hemoglobin koncentráció hatására a vér nehezebben folyik, így növeli a véráramlási zavarok és a trombózis kockázatát. Ez magyarázhatja a tibetiek esetében tapasztalt hemoglobin koncentrációt.

Egy kutatócsoport ennek a szabályozási hátterét akarta feltárni, ezért tibeti személyek DNS-ét elemezték. Az *EGLN1* génnek egy olyan mutánsát azonosították, ami két báziscserét tartalmazott, melyek egy-egy aminosavcserét okoztak a PHD2 enzimben. A mutáció nagyon gyakori volt a tibeti népességben, de más népcsoportokban nem.

Először azt vizsgálták meg, hogy változik az enzim aktivitása a mutációk hatására. Egy enzim aktivitása (az enzim által katalizált reakció sebessége) függ a szubsztrátkoncentrációtól [S]. Az összefüggést Michaelis-Menten-kinetika írja le. Grafikus ábrázolása egy telítődési görbét mutat, és két paraméter jellemzi: a maximális reakciósebesség ($v_{\max}$) és a Michaelis-állandó (K_M), utóbbi annak a szubsztrátkoncentrációnak felel meg, amihez a maximális reakciósebesség fele tartozik.

Az előző oldalon leírt összefüggést a 5. ábra szemlélteti. A Michaelis-Menten-kinetika egyenlete:

$$v = \frac{\Delta[S]}{\Delta t} = \frac{v_{\max} \cdot [S]}{K_M + [S]}$$



5. ábra: Az enzim-katalizált reakció sebességének (v) függése a szubsztrátkoncentrációtól $[S]$

A kutatók azt vizsgálták, hogyan függ a vad-típusú (wt, nem mutáns) és a mutáns enzim esetében a reakció sebessége az oxigénkoncentrációtól (minden más körülmény végig állandó volt). Az eredményeket az alábbi táblázat tartalmazza. A $v_{\max}$ értéket a vad típusú enzimhez képest adták meg.

	K_M (μM)	$v_{\max}$ (%)
vad típusú enzim	150	100
mutáns enzim	110	100

24. A maximális sebességhez ($v_{\max}$) képest mekkora a reakció sebessége vad típusú enzim használata és $50 \mu\text{M}$ oxigénkoncentráció esetén, a vizsgálatban beállított körülmények között?

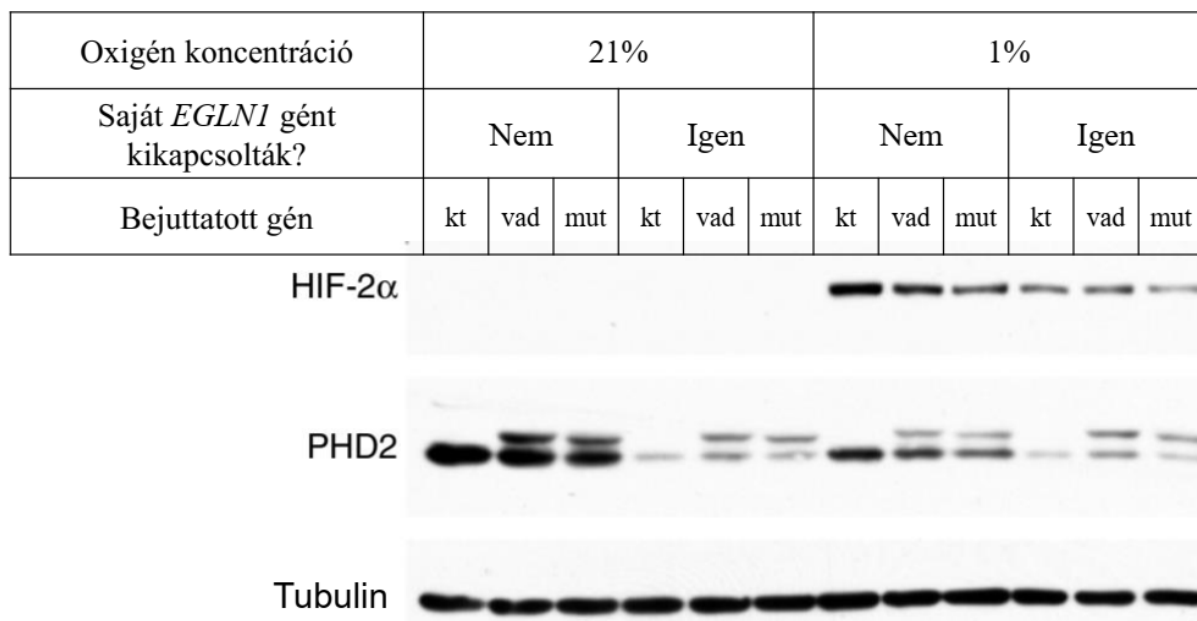
Az eredményt %-ban, egész számra kerekítve adja meg!

Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

Tekintsük hasonlóknak a reakciósebességeket, ha a kétféle enzim által katalizált reakció sebességének különbsége kevesebb, mint a vad típusú enzim reakciósebességének 10%-a!

25. Mekkora a mutáns enzim által katalizált reakció sebessége a vad típusúéhoz képest adott oxigénkoncentrációk esetén az eredmények alapján? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
- A. $50 \mu\text{M}$ oxigénkoncentráció esetén lassabb, $500 \mu\text{M}$ esetén gyorsabb.
 - B. $50 \mu\text{M}$ oxigénkoncentráció esetén lassabb, $500 \mu\text{M}$ esetén hasonló.
 - C. $50 \mu\text{M}$ oxigénkoncentráció esetén hasonló, $500 \mu\text{M}$ esetén lassabb.
 - D. $50 \mu\text{M}$ oxigénkoncentráció esetén hasonló, $500 \mu\text{M}$ esetén gyorsabb.
 - E. $50 \mu\text{M}$ oxigénkoncentráció esetén gyorsabb, $500 \mu\text{M}$ esetén hasonló.

Ezután azt vizsgálták meg, hogyan befolyásolja a sejtekben a PHD2 aktivitása és az oxigénkoncentráció a HIF-2 α mennyiségét. Ehhez egy emberi sejtvonal sejtjeibe mesterségesen bejuttatták a PHD2 fehérje génjének (*EGLN1* gén) vad-típusú vagy mutáns változatát. (Illetve egy harmadik csoportba kontrollként egy másik gént (kt).) Azért, hogy kizárólag a bejuttatott gének hatását külön is meg tudják vizsgálni, a sejtek egy részében géncsendesítéssel kikapcsolták a sejt saját *EGLN1* génjét. A sejteket 21%, illetve 1% oxigéntartalmú légkörben nevelték 12 óráig. A kísérletet 37 °C-on végezték. Ezen a hőmérsékleten a 21% oxigéntartalom az oldatban 200 μ M, az 1% oxigéntartalom 10,5 μ M koncentrációnak felel meg. Ezután kivonták belőlük a fehérjéket, gélelektroforézissel elválasztották őket, és megjelölték a HIF-2 α , PHD2 és tubulin fehérjéket tartalmazó sávokat. (A tubulin a mikrotubulusokat felépítő fehérje.) A sávok vastagsága arányos a bennük lévő fehérjék mennyiségével. Az eredményt a 6. ábra mutatja.



6. ábra: A fehérjék kimutatása a vizsgált sejtekből különböző körülmények között.

A mintazsebek felül voltak. A gélkép feletti táblázat jelzi, hogy az egyes esetekben milyen kezelést hajtottak végre.

Az adott oszlop alatti sávok tartoznak az adott mintához.

A bejuttatott gén jelölése:

kt = kontroll (nem az *EGLN1* gént juttatták be),

vad = az *EGLN1* vad allélját juttatták be,

mut = az *EGLN1* gén mutáns allélját juttatták be

26. Melyik állítás igaz a vizsgált fehérjék funkciójával kapcsolatban a kísérlet eredményei alapján? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A HIF-2 α növeli a hemoglobin koncentrációt, a PHD2 serkenti a HIF-2 α lebontását.
- B. A HIF-2 α csökkenti a hemoglobin koncentrációt, a PHD2 serkenti a HIF-2 α lebontását.
- C. A HIF-2 α növeli a hemoglobin koncentrációt, a PHD2 gátolja a HIF-2 α lebontását.
- D. A HIF-2 α csökkenti a hemoglobin koncentrációt, a PHD2 gátolja a HIF-2 α lebontását.
- E. A HIF-2 α növeli a hemoglobin koncentrációt, a PHD2 növeli a HIF-2 α aktivitását.

27. Melyik állítás igaz az eredmények alapján? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
- A. Az oxigénkoncentráció nincs hatással a PHD2 fehérje szintézisére.
 - B. A sejtek saját génje által kódolt, és a bejuttatott vad típusú gén által kódolt PHD2 fehérje teljesen megegyezett.
 - C. Magas oxigénkoncentráció esetén kevés PHD2 enzim is elég a HIF-2 α lebontásához.
 - D. A géncsendesítéssel teljesen ki tudták kapcsolni a sejt saját *EGLN1* génjét.
 - E. A tubulint azért vizsgálták a kutatók, mert azt feltételezték, hogy ennek a mennyiségét is befolyásolja az oxigén.
28. Mire következtethetünk a tibetiek adaptációjával kapcsolatban az eredmények alapján? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
- A. Egységnyi térfogatú vérük sokkal több oxigént szállít adott körülmények között, mint a tengerszinten élő embereké.
 - B. A hemoglobinkoncentrációjuk kevésbé függ az oxigénkoncentrációtól, mint a tengerszinten élő embereké.
 - C. A HIF-2 α koncentrációjuk alacsony oxigénszint mellett magasabb, mint egy tengerszinten élő emberé ugyanilyen körülmények között.
 - D. A PHD2 enzimet érintő mutációjuk úgy hat az enzim működésére, mintha mindig alacsony oxigénkoncentrációjú környezetben lenne.
 - E. Az andoki népcsoportban valószínűleg megtalálható ugyanez a mutáció.

EZ-AZ A KORONAVÍRUSRÓL (10 PONT)

Bár a koronavírusokról manapság mindenkinek a COVID-19 járvány jut eszébe, valójában a koronavírusok egy nagy csoportot alkotnak számos vírustörzsszel. Több emberi betegség okozói is közülük kerülnek ki, de emellett számos állatfajnak is vannak specifikus koronavírusai. Egyszálú RNS örökítőanyaguk van, ami a *sense* szál, azaz megfelel az mRNS-nek. (Szemben azokkal az egyszálú RNS örökítőanyagú vírusokkal, akinek az RNS-e az mRNS komplementere.) Reverz transzkriptáz enzim nem szükséges a szaporodásukhoz, nem retrovírusok. A sejten kívüli vírust virionnak nevezzük.

29. Melyik állítás lehet igaz az alábbiak közül a koronavírusokra a megadott információk alapján? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
- A. Örökítőanyaguk beépülhet a gazda genomjába.
 - B. A virionjuknak nem szükséges tartalmaznia a vírus polimeráz enzimjét.
 - C. A gazdasejt génexpresszióhoz szükséges enzimek segítségével másolják az örökítőanyagukat.
 - D. Lítikus és lizogén ciklusra is képesek.
 - E. Az örökítőanyaguk másolásához szükséges enzimek biztosan megtalálhatók egy nem fertőzött sejtben a sejtmagban.

A vírusok evolúciójának fontos lépése a gazdaváltás: a vírus eredeti gazdafaját egy új fajra cseréli. A gazdaváltások gyakorisága vizsgálható a gazda és a parazita törzsfájának összehasonlításával. A koronavírusok esetében ezt mutatja a **színes melléklet III. ábrája**. Az ábra „A” részén az állatok törzsfája látható, ez mutatja, melyik szín melyik csoportot jelzi. A „B” részen látható a két törzsfá összehasonlítása néhány koronavírus és gazdáik alapján. A bal oldalon a gazdafajoké, a jobb oldalon a koronavírusoké.

Az állatok esetében a színkód ugyanaz, mint az „A” részen.

A vírusok esetén a szín azt mutatja, az adott vírus melyik csoportba tartozó gazdában szaporodik. A két törzsfá közötti összekötő vonalak mutatják, melyik vírus pontosan melyik gazdában szaporodik.

30. Mely állítások igazak a törzsfá alapján?

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

- A. Minden gerinces fajnak pontosan egy koronavírus parazitája van.
- B. A törzsfán nem figyelhető meg madárfajról másik madárfajra történő gazdaváltás.
- C. Az emlősök között a legritkább a gazdaváltás.
- D. Az összes gerinces csoportban kimutattak olyan koronavírus, ami a csoporttal együtt fejlődött ki.
- E. A törzsfák adatai arra utalnak, hogy a részleges vagy teljes vízi életmód elősegíti a gazdaváltást.
- F. Az összes lehetséges új emberi kórokozó koronavírus felderítéséhez elég az emlősök vírusait vizsgálni.
- G. Ha egy gazdafajt többféle vírus fertőz meg, már a közös ősök is biztosan ebben a fajban fejlődött ki.

A színes melléklet III. ábráján feltüntetett vírus törzsfán van egy politómia (a törzsfá egy pontban nem kettő, hanem három fele ágazik), ezt csillag (*) jelöli. Ez azt jelenti, hogy nem tudjuk pontosan, milyen sorrendben váltak szét a csoportok egymástól. Ennek több lehetséges feloldása van, azaz több lehetséges módon fel lehet rajzolni úgy a fa ezen részét, hogy egyszerre csak kétfelé ágazzon. A következő feladatban ezzel úgy számoljon, ahogy a leghatékonyabb! (Azzal a feloldással, ahol a legkevesebb változásra van szükség.)

31. Legkevesebb hány gazdaváltása történt a koronavírusoknak a magzatburkos gerincesek (hüllők, madarak, emlősök) között a törzsfá alapján?

Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

Annak megállapításához, hogy melyik másik koronavírus áll a legközelebb a COVID-19-et okozó SARS-CoV-2 vírushoz, összehasonlították a vírusok tüskefehérjéinek aminosavsorrendjét. A tüskefehérje egy szakaszának aminosavsorrendje az alábbi táblázatban látható. Az aminosavakat egybetűs rövidítéseikkel jelölték. A „–” jelölés azt jelzi, hogy az adott aminosav kiesett a fehérjéből, hiányzik. (Ezt vegye ugyanolyan értékű változásnak a feladatban, mint az aminosavcserét!)

Az aminosav pozíciókat karaktereknek nevezzük az elemzésben. Azt, hogy az adott pozícióban milyen aminosav van, karakterállapotnak hívjuk.

	Az aminosav pozíciója														
Vírus jele	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Külcsoport	T	R	N	I	D	A	T	S	T	G	N	Y	N	Y	K
A	S	N	N	L	D	S	K	V	G	G	N	Y	N	Y	L
B	S	V	K	Q	D	A	L	T	G	D	N	Y	G	Y	L
C	T	A	K	Q	D	V	–	–	–	G	N	–	–	Y	F
D	S	K	H	I	D	A	K	E	G	G	N	F	N	Y	L
E	S	N	N	L	D	S	K	V	G	G	N	Y	N	Y	L

A közös eredetű (homológ) karakterállapotok egy része ősi (pleziomorf), már a vizsgált csoportok közös ősében is megvolt. Annak meghatározására, hogy melyek az ősi karakterállapotok, külcsoporthoz használunk. Ez egy olyan csoport, amiről tudjuk, hogy távolabbi rokona a vizsgált csoportoknak, mint azok egymásnak. Így, ha egy csoport esetében valamelyik karakterállapot megegyezik a külcsoporthoz, az nagy valószínűséggel a közös ősből is ugyanez volt. (A feladatban vegye így!)

A homológ karakterállapotok másik része a leszármaztatottak (apomorfak), evolúciósan újak. Az általunk használt törzsfa készítési módszernél aszerint csoportosítjuk a vírusokat, mennyi közös leszármaztatott karakterállapotuk van. Minél több, valószínűleg annál közelebbi rokona a két vírus egymásnak, annál később vált szét a fejlődésük. Vizsgálja meg a táblázat adatait!

32. Az 1-5. aminosavpozíciók (karakterek) esetében hány közös leszármaztatott karakterállapot van a vizsgált vírusok legalább egy részénél? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

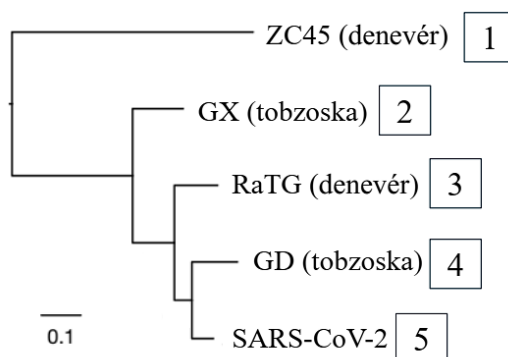
- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4 E. 5

33. Hány aminosavpozíció (karakter) esetében van közös leszármaztatott aminosava (karakterállapot) az „A” és a „B” vírusnak a teljes vizsgált szakaszon? (Azt is számolja bele, ha más vírusban is ugyanez az aminosav van!)

A közös leszármaztatott karakterállapotok számával válaszoljon! Válaszát írja a válaszlapon megfelelő helyére!

A vizsgálat szempontjából sajnálatos, hogy előfordulnak analóg karakterállapotok is (homoplázia), azaz lehet, hogy egy adott aminosav többször, egymástól függetlenül jelent meg egy pozícióban a vírusok evolúciója során. Így bár a vírusok hasonlítanak, ez a hasonlóság nem jelent evolúciós rokonságot. Az analóg karakterállapotának kiszűrésére az egyik módszer a maximum parszimónia elv. Eszerint az a legvalószínűbb fa, amelyiken a legkevesebbszer jelentek meg analóg tulajdonságok, azaz a legkevesebb változással magyarázza a vírusok aminosavsorrendjének kialakulását.

A túskefehérje aminosavsorrendje alapján a 2. ábrán látható fa mutatja a vírusok rokonsági viszonyait. Az ágak hossza a változások számával arányos. A méretskála 0,1 változást jelent átlagosan aminosavpozícióként. A külcsoporthoz (SAR-CoV) nem tüntették fel a fán. A vírusokat számokkal is megjelölték. (Bár ehhez a teljes fehérjét használták, a megadott szakasz alapján a leírt módszerrel ugyanezt a fát kapjuk, bár az ágak hossza nem feltétlenül ugyanaz.)



2. ábra: A koronavírusok evolúciós rokonsága a túskefehérje aminosavsorrendje alapján.

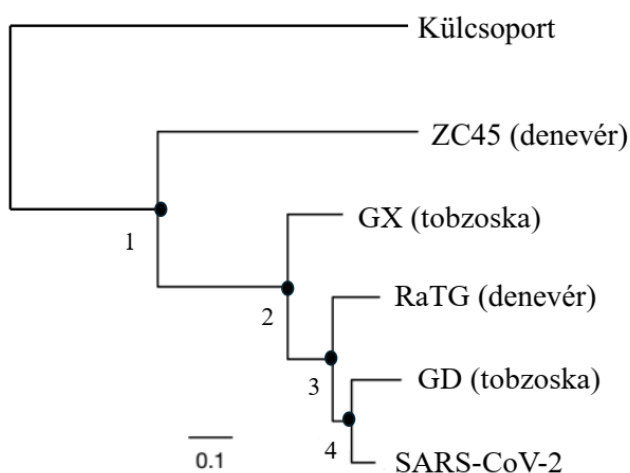
34. Melyik válasz mutatja helyesen párosítva az egyes vírusok számát a törzsfán és betűjelét a táblázatban az adatok alapján? Használja a maximum parszimónia elvet!

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. 1 – E, 2 – D, 3 – C, 4 – B, 5 – A
- B. 1 – C, 2 – A, 3 – D, 4 – E, 5 – B
- C. 1 – D, 2 – B, 3 – C, 4 – A, 5 – E
- D. 1 – B, 2 – A, 3 – E, 4 – C, 5 – D
- E. 1 – C, 2 – B, 3 – D, 4 – E, 5 – A

Az aminosavak evolúciós változásaira is következtethetünk a kodonszótár segítségével. Az alábbi táblázat egy adott pozícióban mutatja, melyik vírusnak milyen aminosava van. Mellette látható a törzsfá (az előző kiegészítve a külcsoporttal), ahol a csomópontokat megjelöltük, megszámoztuk.

Vírus	Aminosav
Külcsoport	tirozin (Tyr)
SARS-CoV-2	glutamin (Gln)
GD (tobzoska)	hisztidin (His)
RaTG (denevér)	tirozin (Tyr)
GX (tobzoska)	hisztidin (His)
ZC45 (denevér)	aszparagin (Asp)



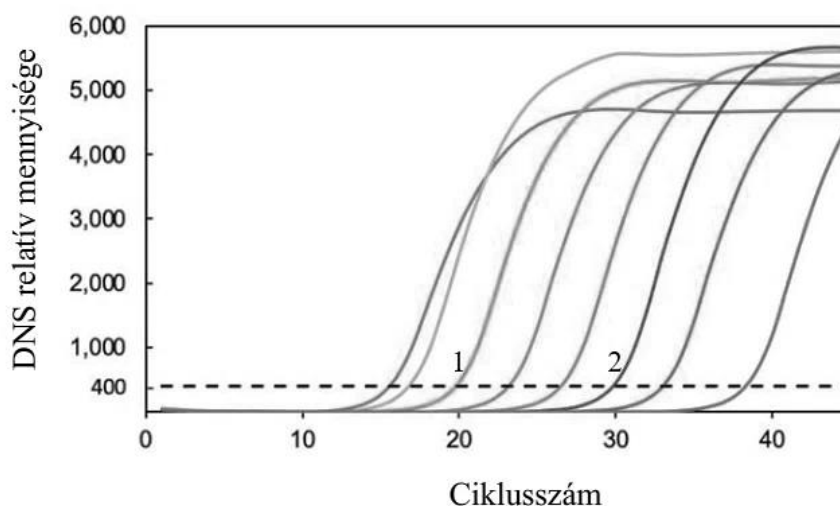
Tegyük fel a feladatban, hogy két csomópont, illetve egy csomópont és egy ág végpontja között maximum egy mutáció történhet! Tegyük fel továbbá, hogy csak olyan mutációk történtek, amik aminosavcserét okoztak! Tegyük fel továbbá, hogy a lehető legkevesebb mutáció történt! **Használja a feladatlap 41. oldalán található kodonszótárt!**

35. Mi volt az egyes csomópontokban lévő ősök aminosava ebben a pozícióban?

Írja az megfelelő aminosavak hárombetűs rövidítését a csomópontok sorszáma mellé! Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

A vírussal való fertőzöttség diagnosztizálására a legpontosabb módszer a reverz transzkripció PCR (RT-PCR) végzése. Először visszaírják reverz transzkripcióval a vírus RNS-ét kétszálú DNS-sé, majd ezen PCR-t végeznek. Gyakran mennyiségi PCR-t (qPCR-t) végeznek, azaz a PCR során folyamatosan mérik a DNS mennyiségét. Azt figyelik meg, mikor ér el a DNS mennyisége egy küszöbértéket.

A 3. ábra olyan oldatokon végzett qPCR eredményét ábrázolja, amelyek különböző koncentrációkban tartalmaztak koronavírusokat. A küszöbértéket szaggatott vízszintes vonal jelzi.



3. ábra: A különböző koronavírus tartalmú oldatokon végzett qPCR vizsgálatok eredményei.

36. Az 1-es vagy a 2-es minta tartalmazott nagyobb koncentrációban koronavírusokat, és hányszor? (A számok a tőlük közvetlenül jobbra lévő görbékre vonatkoznak.)

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Az 1-es minta, kb. 1,5-ször.
- B. A 2-es minta, kb. 1,5-ször.
- C. Az 1-es minta, kb. 10-szer.
- D. A 2-es minta, kb. 10-szer.
- E. Az 1-es minta, kb. 1000-szer.

37. Melyik állítás igaz a qPCR vizsgálattal kapcsolatban az alábbiak közül?

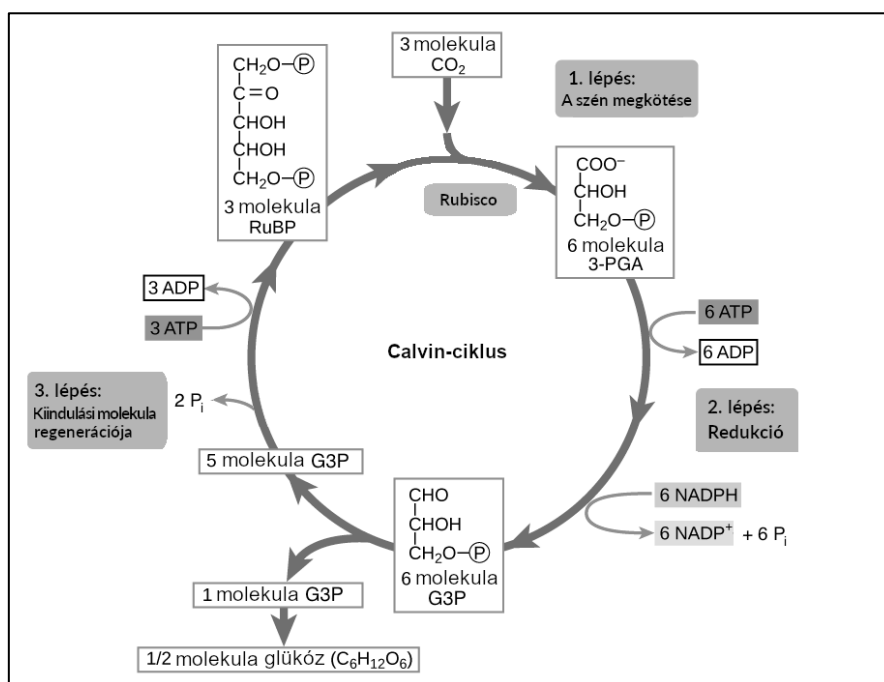
Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Két minta DNS koncentrációjának aránya megegyezik minden ciklusban a küszöbérték eléréséig.
- B. Azért nem alacsonyabb küszöböt használnak, mert azoknál az értékeknél nem exponenciálisan növekszik a DNS mennyisége.
- C. Ha az egyik primer hozzá tud kötődni az ember DNS-éhez is, akkor a mintája mindenképp pozitív lesz, függetlenül attól, hogy fertőzött-e.
- D. A két primer a DNS ugyanazon szálához képes kötődni.
- E. A küszöbérték csak egy alsó határt jelent, a számolást lehetne tízszer nagyobb DNS mennyiség alapján is végezni.

LAZÍTÓ EGYPERCESEK (4 PONT)

„Hiába sikerül egy vitás kérdést tisztázni, máris ott a következő talány

Egy kis rezedaszál kiment az illemhelyre, és helyet foglalt az ülőkén. Ekkor valami szöveget ütött a fejébe. Hiszen ő növény, nincs se bélcsatornája, se széklete. Akkor meg mit keres itt? No, ez legalább tisztázódott! A kis rezeda fölkel, és dolgavégezetlen visszament a vendégek közé. ... elindult a büfébe, mert pezsgőzhetnékje lett. Az lesz a jó hecc – gondolta, amikor a karcsú poharakat meglátta –, ha inni sem tudok!”



1. ábra: A Calvin-ciklus

38. Melyik megállapítás hamis a növények életműködéseire vonatkozóan?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. A Calvin-ciklusban (sötét szakaszban) a NADPH-nak redukáló és oxidáló szerepe is van.
- B. 1 mól glükóz fotoszintetikus előállításához a fényszakaszban legalább 18 mól ATP-t kell előállítani.
- C. A talajból aktív transzporttal felvett ionok közül a NO₃⁻-ionok NH₄⁺ ionná alakítása után a fehérjeszintézishez, a Mg²⁺ a klorofill molekula felépítéséhez, a szulfátok bizonyos aminosavak felépítéséhez, a K⁺ a gázcsereenyílások működésének szabályozásához, a vas ionok pedig a citokróm molekulák felépítéséhez szükségesek elsősorban.
- D. Ha egy rövidnappalos növényt tartósan 12 óránál rövidebb megvilágítás ér naponta, de a sötétperiódust a közepén rövid fényszakasszal megszakítjuk, akkor a növény nem fog virágozni.
- E. Ha egy hosszúnappalos növényt tartósan 12 óránál rövidebb megvilágítás ér naponta, de a sötétperiódust a közepén rövid fényszakasszal megszakítjuk, a növény akkor is virágozni fog.

„Az élet értelme

Ha sok cseresznyepaprikát madzagra fűzünk, abból lesz a paprikakoszorú. Ha viszont nem fűzzük fel őket, nem lesz belőlük koszorú. Pedig a paprika ugyanannyi, éppoly piros, éppoly erős. De mégse koszorú. Csak a madzag tenné?”

39. Melyik megállapítás igaz? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

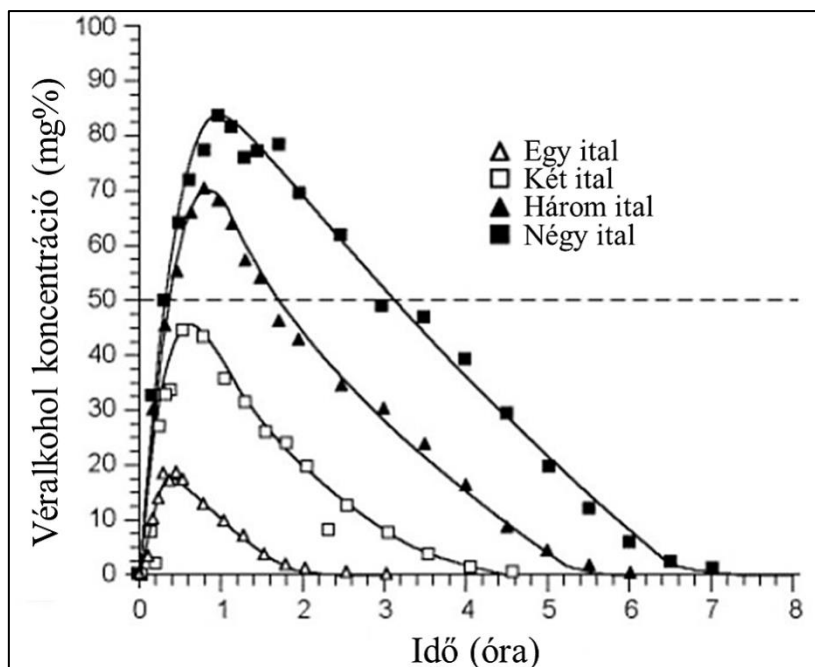
- A. Egy n darab glükózból álló amilóz molekula tömege $= n/(6 \cdot 10^{23}) \cdot M_{\text{glükóz}} - (n-2) \cdot M_{\text{víz}}$. ($M_{\text{glükóz}}$: glükóz moláris tömege, $M_{\text{víz}}$: víz moláris tömege)
- B. Az a baktérium plazmid, amit egy endonukleáz 206, 813, 1421 bázispár hosszú darabokra, míg egy másik endonukleáz 156, 682, 748 és 854 bázispár hosszú darabokra vág, összességében 4880 bázispár méretű.
- C. A sörélesztő gombasejtekben az etanol és a CO_2 is a citromsavciklus lejátszódása közben keletkezik.
- D. Egy m bázispárú DNS molekulában prokarióták esetében $4m$, eukarióták esetében $4m$ vagy $4m - 2$ észterkötés található.
- E. A diploid sejtek sejtciklusuk során egy időre tetraploiddá válnak.

„Szóvirágok

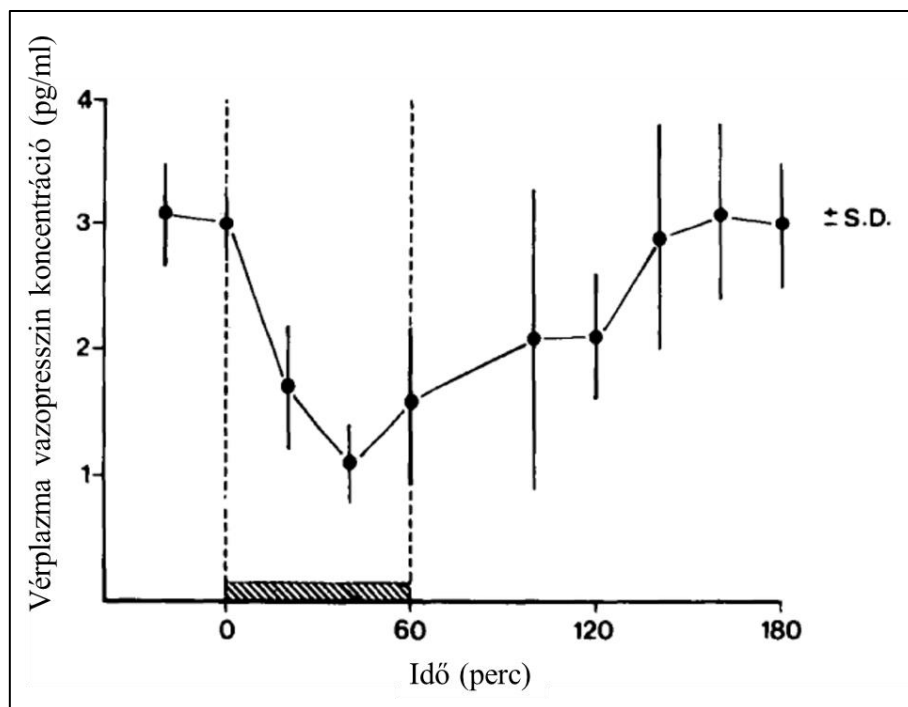
Ki látta kétéves, Zoli névre hallgató, nőtény, hosszú szőrű, szobatiszta középfülgyulladásomat?

Részeg halottakat nem szolgálunk ki!”

A 40. feladat megoldásához tanulmányozza a színes melléklet IV. ábráját, valamint az itt látható 2. és 3. ábrát!



2. ábra. Az etanol kiürülése a vérből különböző mennyiségű etanol fogyasztását követően. (Egy ital = egy standard alkoholos ital, azaz 3,5 dl sör, 1,5 dl bor vagy 0,44 dl tömény ital.)



3. ábra. A vérplazma vazopresszin szintje 75 ml etanol elfogyasztása előtt, alatt és után. A fogyasztás időszakát vízszintes sáv jelzi. S.D. = szórás.

40. Melyik megállapítás igaz? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

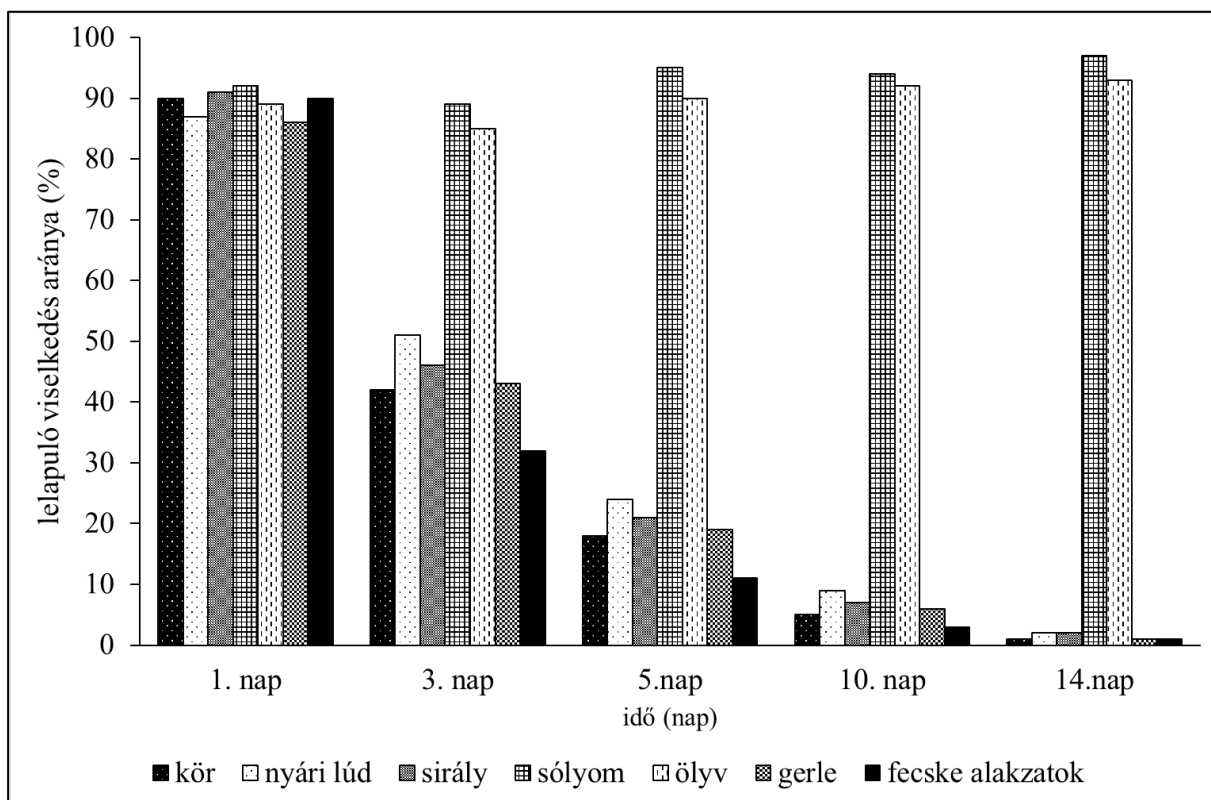
- A. A középfülgyulladás során lejátszódó immunválaszt a T-limfociták indítják el.
- B. A falósejtes védekezésben a klónszelekciónak is nagy szerepe van.
- C. A rendszeres dohányzás következményeként a dopamintermelő idegsejtek több dopamint szabadítanak fel.
- D. Az etanolnak 5-85 mg% koncentráció tartományban nincs felezési ideje.
- E. A 4. ábrán bemutatott kutatási eredményből levonható az a következtetés, hogy az alkoholfogyasztás csökkenti a szomjúságérzetet.

„Halhatatlanság

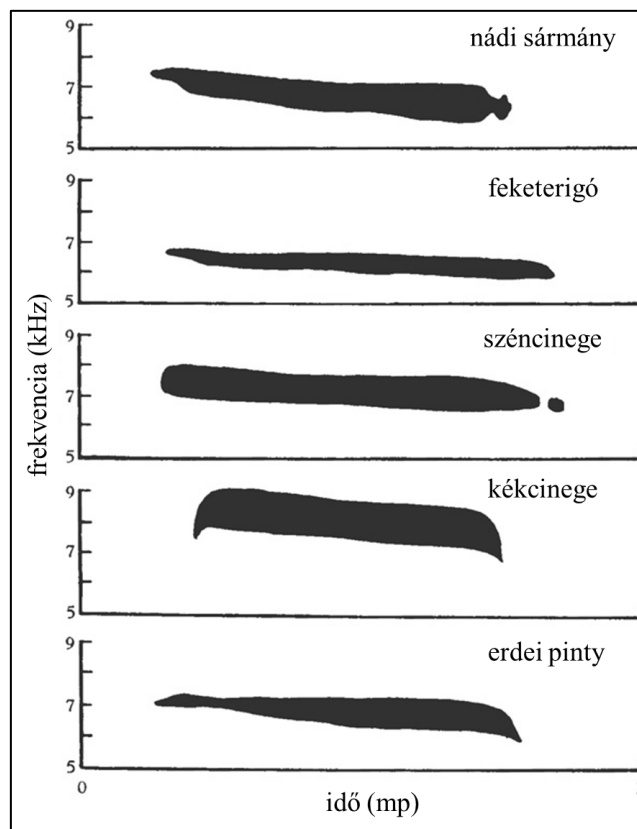
Már nem volt fiatal, de még elég jól bírta magát; ismerték és félték a nádas lakói, de még azon túl is, közelben-távolban, minden négy lábú lény. Látása nem romlott, s ha ezerméteres magasságból kiszemelte zsákmányát, úgy csapott le rá, mint egy kalapács, mely egyetlen ütéssel veri be a szöveget.

És így, viruló korában, ereje teljében, két lassú szárnycsapás között egyszer csak megállt a szíve. De nem mertek előbújni sem a nyulak, sem az ürgék, sem a környező falvak baromfiai, mert ő ott lebegett ezer méter magasban, kiterjesztett szárnyával, fenyegető mozdulatlanságban túlélve a halált még két vagy három perccel, míg el nem állt a szél.”

A 41. feladat megoldásához tanulmányozza a 4-6. ábrákat!

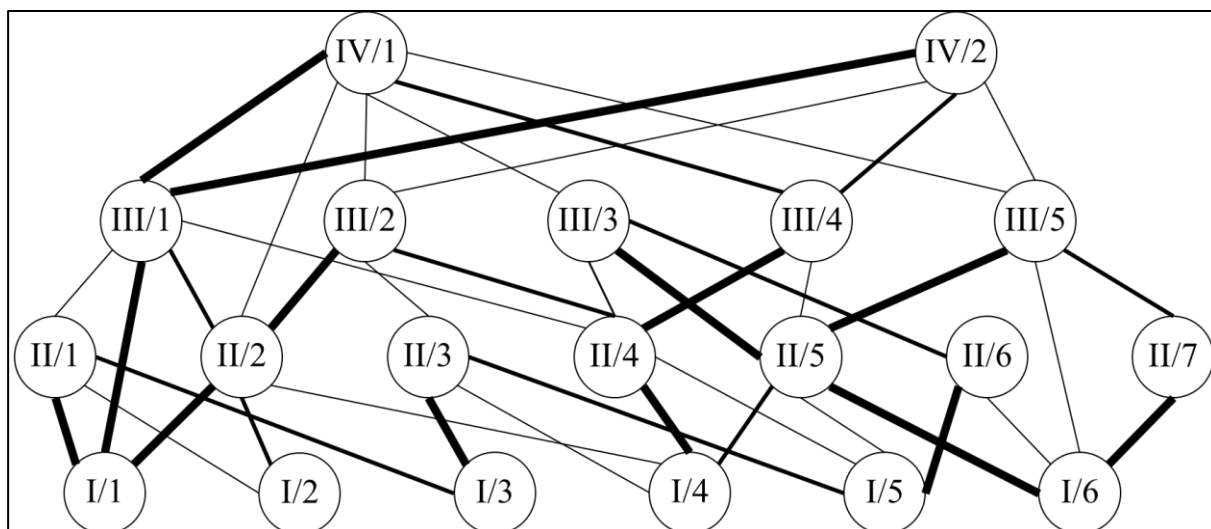


4. ábra. Kicsibék lelapuló viselkedésének aránya a kikeléstől eltelt időszakban különböző, felettük áthúzott alakzatok hatására.



5. ábra.

Különböző madárfajok ragadozómadár láttán leadott vészjelzésének („sziiit”) spektrogramja.



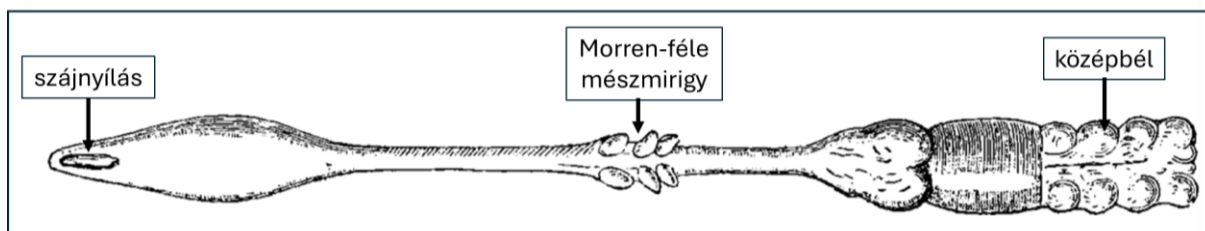
6. ábra. Egy életközösség táplálékhálózata.

Az I. a termelők szintje. A vonalvastagságok azzal arányosak, hogy az egyes fajok mely táplálékforrásokat kedvelik jobban, választják nagyobb arányban (feltéve, hogy minden táplálékforrás elegendő mennyiségben van jelen). Az egyes fajok populációi csak azon más fajok egyedeiből képesek táplálkozni, melyekkel össze vannak kötve az ábrán.

41. Mely megállapítás igaz az egyes populációk viselkedésére az 4-6. ábrák által bemutatott egyes vizsgálatokban? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
- A. A kiscsibék rejtőzködő viselkedése (lelapulás) a főléjük repülő különböző alakzatokra tanult magatartásforma.
 - B. Az énekesmadarak vészjelzései hosszantartó, mély hangok.
 - C. Az énekesmadárfajok vészjelzéseiben rejlő hasonlóság altruista viselkedés.
 - D. A IV/1 és a IV/2 fajok közötti niche elkülönüléséért elsősorban a táplálékpreferencia a felelős.
 - E. Ha a II/4 faj populációja valamilyen okból kipusztul, akkor lesz olyan populáció ebben az életközösségben, mely táplálékspecialistává minősül át.

FÖLDIGILISZTA VIZSGÁLATA (11 PONT)

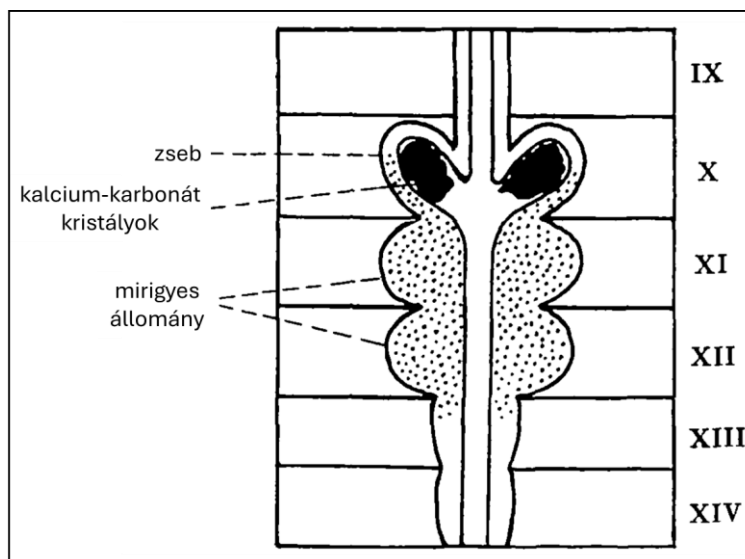
A földigiliszta-félék családjának egy speciális szerve a Morren-féle mészmirigy.



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

42. A bélcsatorna melyik részéhez kapcsolódik a Morren-féle mészmirigy?
Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

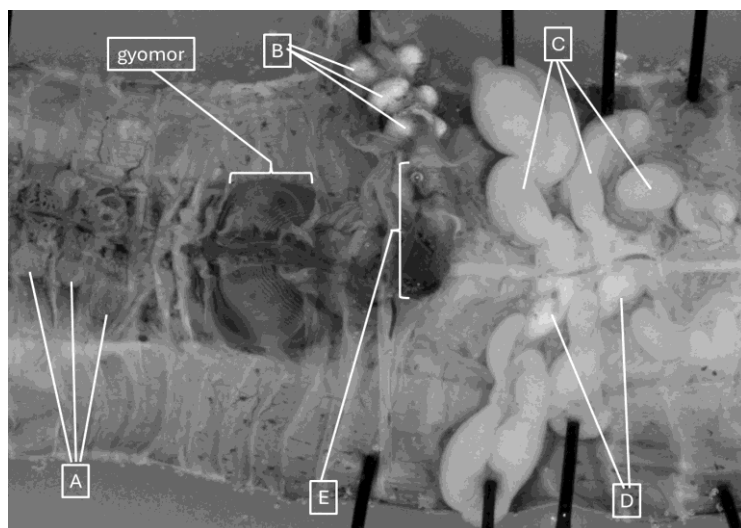
A. garat B. begy C. nyelőcső D. gyomor E. utóbél



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 sejtjei képesek Ca^{2+} -okat kiválasztani, a szénsav-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 mögül 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 földigiliszta. (Az állat feji vége a kép jobb oldalán van.)

43. 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, a széklet homogén,
 - a mészmirigyet eltávolítva a széklet kémhatása enyhén savas, levéldarabokat és emésztetlen anyagokat tartalmaz.
- Savas kémhatású táplálék esetén (a normál táplálékhoz citromlevelet adtak) a mészkristályok eltűnnek a mirigyből és a székletből. A széklet kémhatása erősen savas és újból levéldarabokat és emésztetlen anyagokat tartalmaz.

44. Melyik feltevést helytelen az előbb leírt megfigyelések alapján?

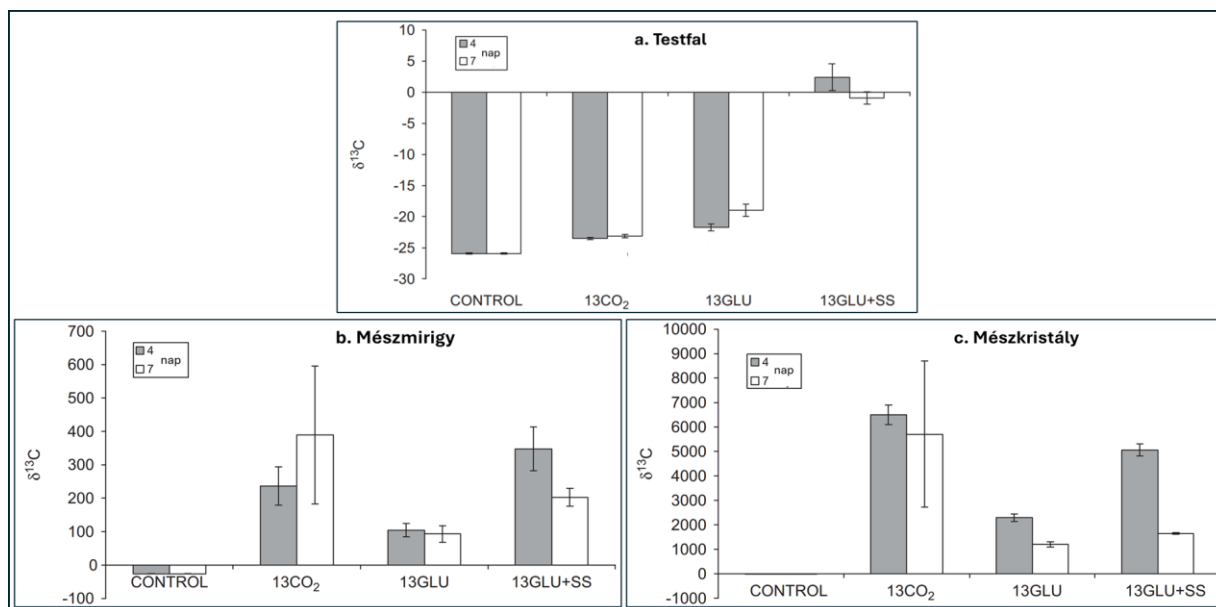
Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- 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 közömbösítésében.
- E. A mészmirigy váladéka tartalmaz olyan emésztőenzimeket, amelyek savas kémhatás esetén működnek megfelelően.

A kutatók kíváncsiak voltak arra, hogy honnan származik a CO_2 , ami bekerül a mirigybe és később a kiválasztott CaCO_3 -ba. A vizsgálatokhoz a kutatók a szén 13-as tömegszámú izotópját használták, amit vagy CO_2 , vagy glükóz tartalmazott. Földigilisztákat a következő módon kezelték:

- Minden kísérleti állat esetén: 1300 cm^3 -es műanyag tartályban 1100 cm^3 talaj, 15°C a hőmérséklet, folyamatos sötétség, nedvességtartalom folyamatosan pótolva.
- $^{13}\text{CO}_2$ csoport: $0,1\%$ $^{13}\text{CO}_2$ -t tartalmazó levegőben tartották a talajt a kísérlet első négy napjában, a levegőt 50 ml/min sebességgel cserélték.
- ^{13}GLU csoport: a kísérlet első négy napjában 15 ml 1 mg/dm^3 koncentrációjú ^{13}C -glükóz oldatot adtak a talajhoz.
- $^{13}\text{GLU}+\text{SS}$ csoport: az előző csoporthoz képest a talajt sterilizálták.

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



4. ábra: A ^{13}C 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:

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

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

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

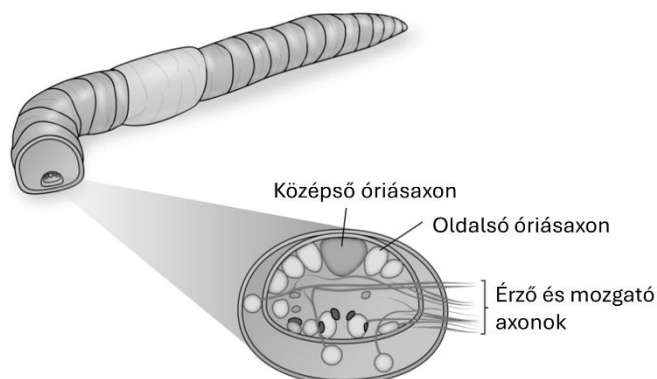
- A. Szén-dioxid legnagyobb arányban a mészmirigybe került be a levegőből.
- B. A talajban élő baktériumok nem képesek hasznosítani a vízben oldott glükózt.
- C. a széklet kémhatása erősen savas és újból levéldarabokat és emésztetlen anyagokat tartalmaz.
- D. A biológiai oxidációból származó ^{13}C kisebb arányban épül be a mészkristályokba baktériumok jelenlétében, mint hiányában.
- E. A biológiai oxidációból származó ^{13}C ugyanolyan arányban épül be mészkristályokba baktériumok jelenlétében és hiányában.

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

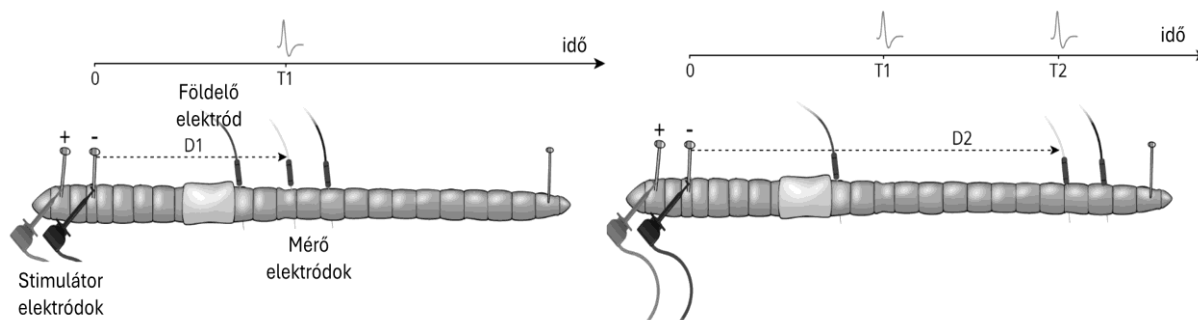
- Egy mészkőkristály tömege átlagosan 21 mg, aminek a 96%-a mészkő, a többi fehérje.
- Egy földigilisztá hetente 1-3 kristályt termel és ürít a talajba.
- A vizsgált gyepten négyzetméterenként 100-200 földigilisztá található

46. Hány kilogramm CaCO_3 kerül egy év (365 nap) alatt egy hektár (10 000 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!*

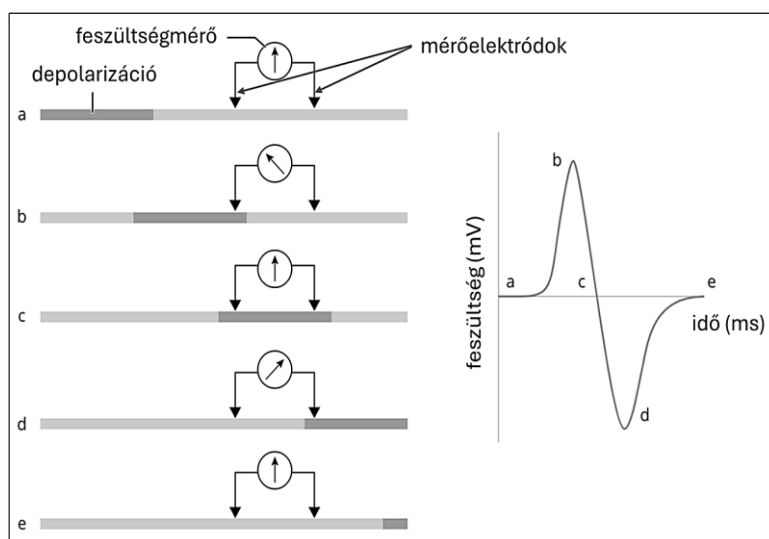
A továbbiakban a földigiliszta idegrendszerének pár jellemzőjét vizsgáljuk meg. A giliszta ventrális (hasoldali) idegének legnagyobb axonjai a középső és a két oldalsó óriásaxon. Ezek akkora ionáramokat hoznak létre extracellulárisan is, hogy mV-os nagyságrendű feszültségként rögzíthetőek. A vezetési sebesség az axon átmérőjével egyenesen arányos.



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



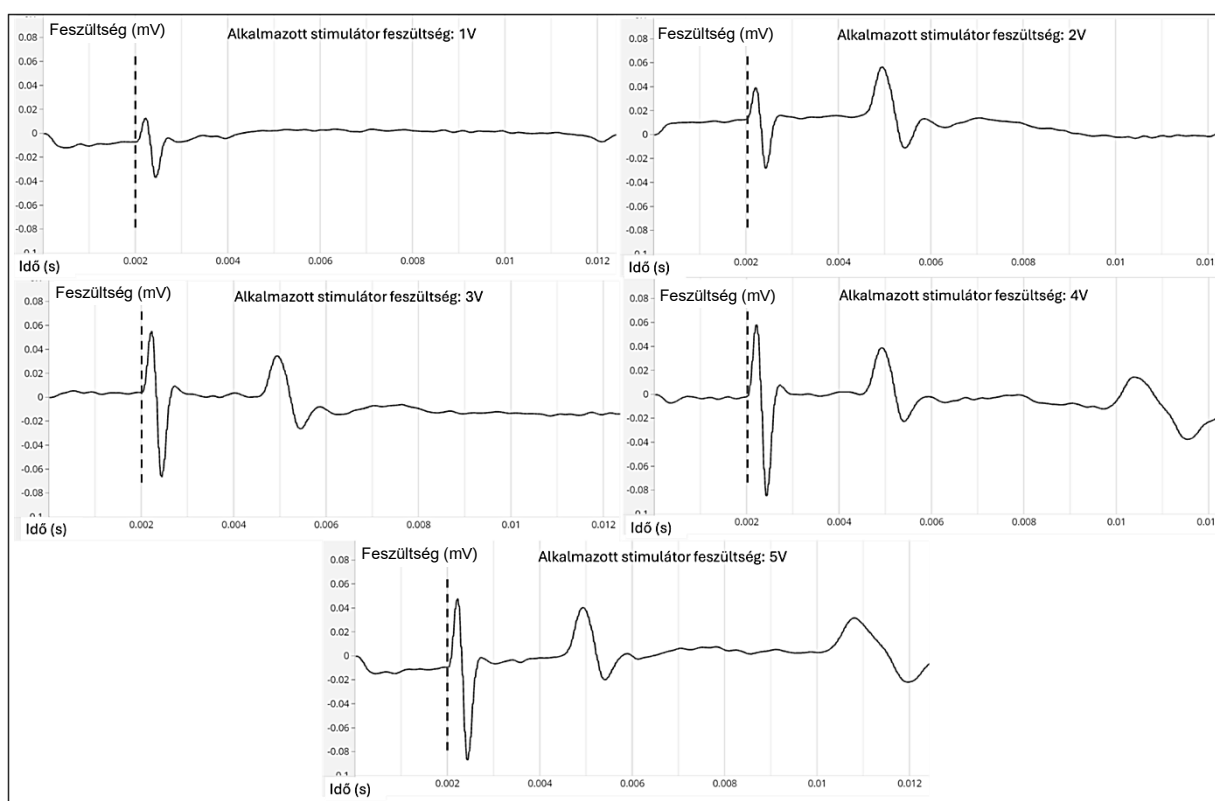
6. ábra: Az elektródok egymáshoz viszonyított helyzete. A képek bal oldalán az állat feji vége. D1=40mm, D2=70mm.



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 a 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 feszültségváltozást rögzítjük, és az ezután kapott feszültségváltozások azok, amiket az axonon végighaladó akciós potenciál okoz.

A küszöbpotenciál meghatározása során egyre növekvő feszültséggel stimuláljuk az állatot és vizsgáljuk, hogy mekkora az a legkisebb feszültség, amelynél az axonból választ tudunk kiváltani. Az eszközön 1-5 V között változtatható a stimulátor feszültség és 1 V-os lépésekkel tudjuk emelni.

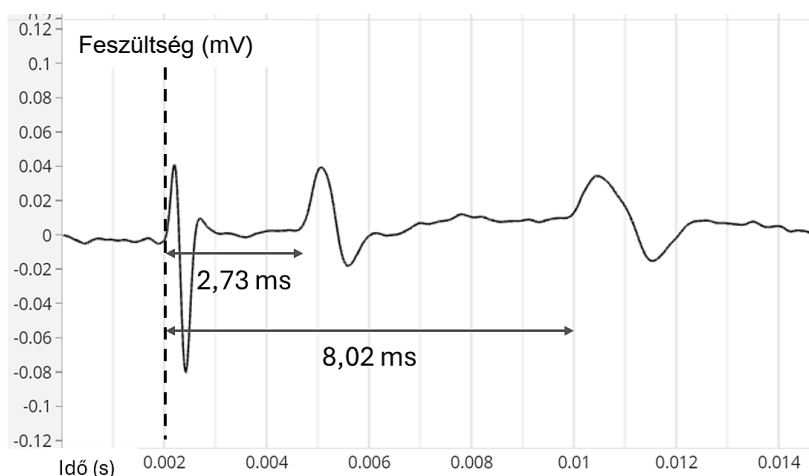


8. ábra: Különböző feszültségű stimulussal kiváltott feszültségváltozások.
A szaggatott vonallal a stimulus leadásának időpontját jelölték.

47. Melyik az a legkisebb feszültség (küszöbpotenciál) a kísérletben, ami a középső óriásaxonból választ váltott ki? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

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

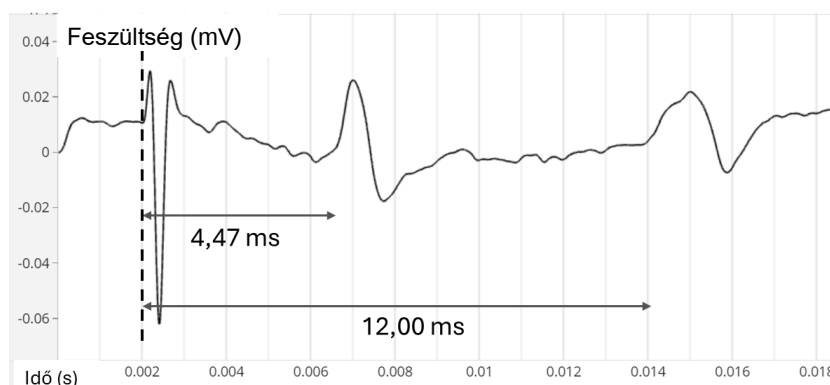
Az abszolút ingerületvezetési sebesség meghatározása során a negatív stimulátor elektród és az első mérőelektród közötti távolságot osztjuk a stimulus által kiváltott feszültségváltozás és axonról elvezetett feszültségváltozás kezdőpontjai között eltelt idővel ($v_{\text{abszolút}} = D1/T1$ vagy $D2/T2$).



9. ábra: Feszültségváltozások D1 mérőelektród távolság esetén.
A szaggatott vonal a stimulus leadásának időpontját jelöli.

48. Mekkora az oldalsó óriásaxon abszolút vezetési sebessége D1 mérőelektród távolság esetén? Az eredményt m/s-ban, két tizedesjegyre kerekítve adja meg!
Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

A relatív ingerületvezetési sebesség kiszámításához 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 kezdőpontjai közötti idők különbségével.



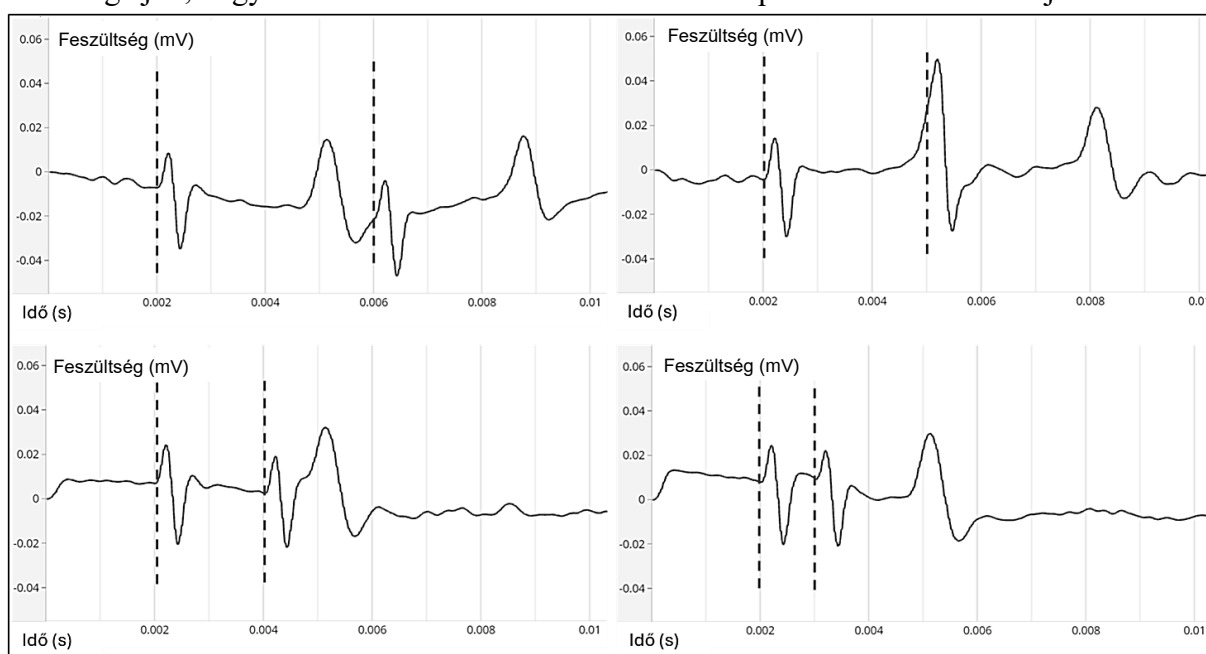
10. ábra: Feszültségváltozások D2 mérőelektród távolság esetén.
A szaggatott vonal a stimulus leadásának időpontját jelöli.

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

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

51. Mennyivel nagyobb a középső óriásaxon relatív vezetési sebessége az oldalsó 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 sejtől.

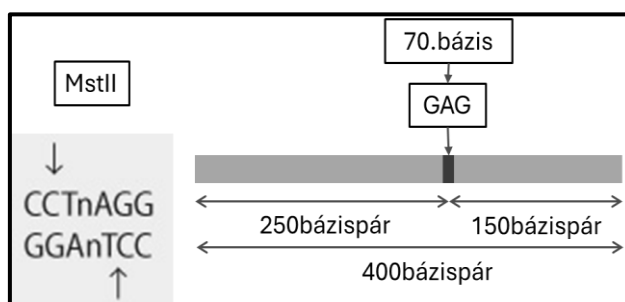


11. ábra: Különböző időközökkel leadott stimulusok által kiváltott feszültségváltozások a középső óriásaxonon. A szaggatott vonalak a stimulus leadásának időpontjai.

52. 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!*

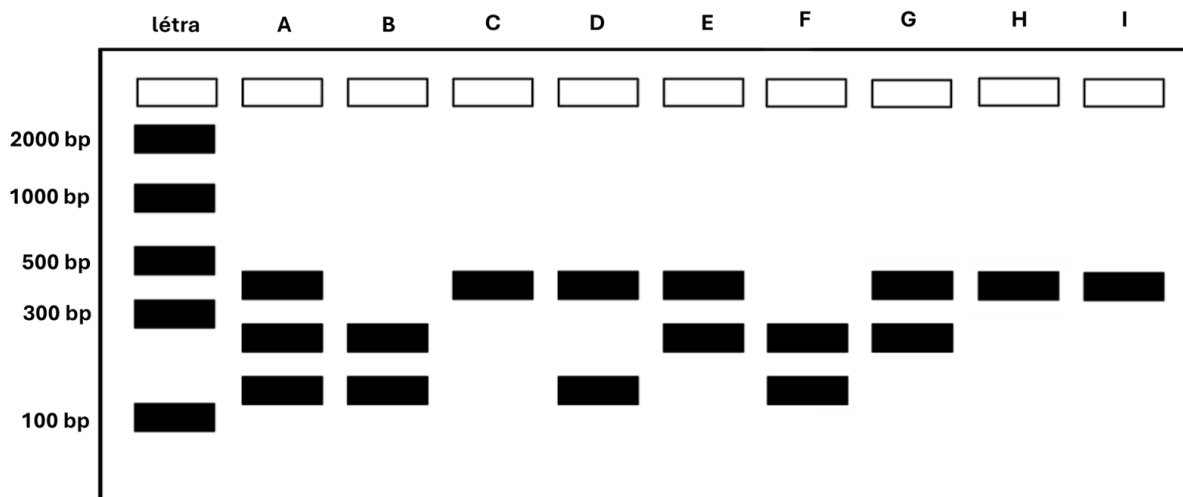
A SARLÓSEJTES VÉRSZEGÉNYSÉG DIAGNOSZTIZÁLÁSA ÉS KEZELÉSE (8 PONT)

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 felsokszorozzák. 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 felsokszorozott DNS szakasz (szürke) a hasítási hellyel (fekete). A hasítási hely egy része a 70. bázissal.



2. ábra: Sematikus gélekép egy ismert méretű DNS darabokat tartalmazó DNS létrával és kilenc PCR reakció termékeivel. A sávok csak az adott méretű DNS jelenlétét jelentik, vastagságuk nem arányos a DNS mennyiséggel. A minták egy része hibás.

53. Hány betűvel jelzett oszlop mutatja helyesen a jellegre homozigóta személy géleképét?
Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

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. Lándzsatűvel megszűrik a vizsgált személy ujjbegyét, egy kapilláris segítségével felszívják a vért és 20 másodpercig pufferoldattal kezelik. A kapott oldatot felcseppentik a tesztre. A papírcsíkon a folyadékkal együtt mozgó hemoglobin molekulák elsőként kék színanyaggal összekapcsolt, 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, amiben különbség van a mutáció miatt. Az első (HbC-vonal) egy olyan β -láncot ismer fel, aminél a 6. 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 százalék 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 jelölése:

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

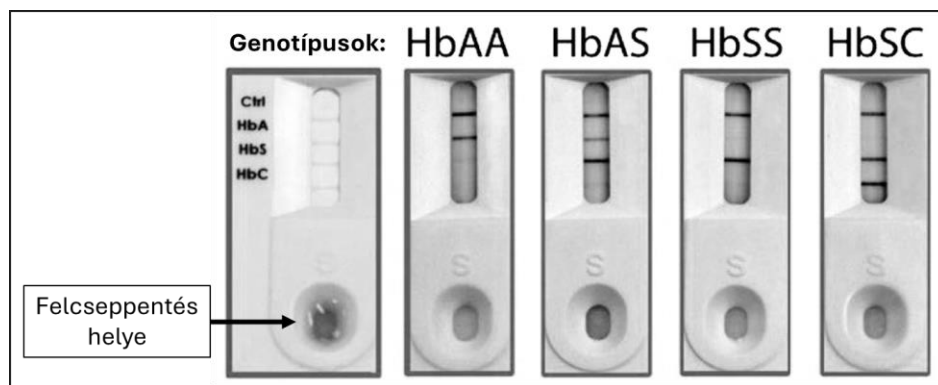
54. Mely kötések alakulhatnak ki a hemoglobin molekulák és az antitestek között a kísérlet során? *Válassza ki a nagybetűkkel jelölt válaszlehetőségek közül azt, amelyik mindegyik (kisbetűvel jelölt) igaz állítást tartalmazza, és nem tartalmaz hamisat!*

- a. diszulfid-hidak
- b. peptidkötés
- c. ionos kötés
- d. diszperziós kölcsönhatás
- e. hidrogénkötés

A. d B.ab C. cde D. acde E. abcde

55. Mi a puffer megfelelő összetétele? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. 0,5%-os NaCl-oldatnak megfelelő koncentrációjú, pH=2-es foszfátpuffer.
- B. 0,5%-os NaCl-oldatnak megfelelő koncentrációjú, pH=7,4-es foszfátpuffer.
- C. 0,9%-os NaCl-oldatnak megfelelő koncentrációjú, pH=2-es foszfátpuffer.
- D. 0,9%-os NaCl-oldatnak megfelelő koncentrációjú, pH=7,4-es foszfátpuffer.
- E. 2%-os NaCl-oldatnak megfelelő koncentrációjú, pH=7,4-es foszfátpuffer.



3. ábra:

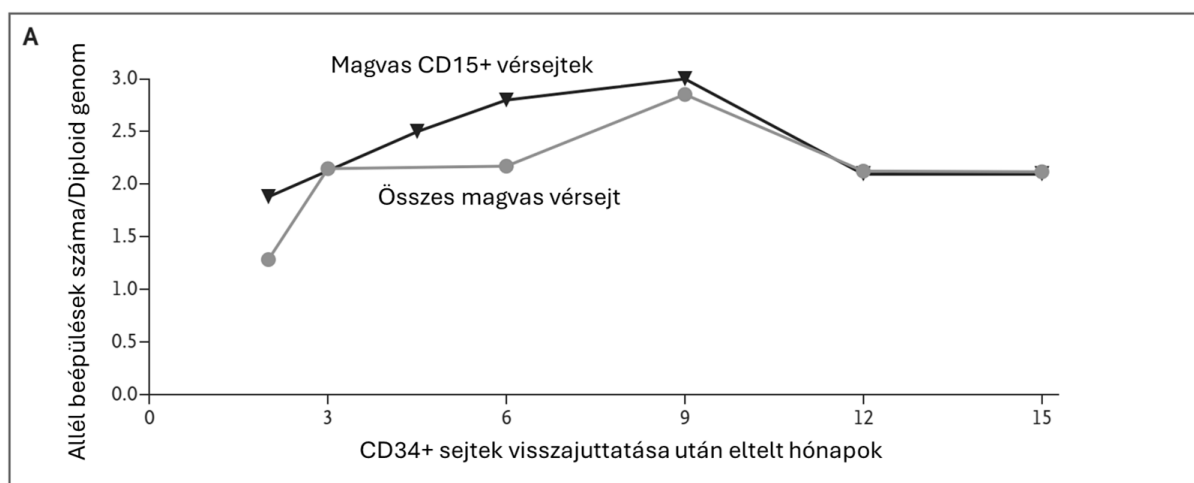
Bal oldalon: A teszt az antitestek jelölésével.

További képek: A teszt eredményei különböző genotípusok esetén. (A vonalak kék színűek.)

56. 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 cseppentenénk fel, akkor egyik helyen sem látnánk pozitív jelet.
- E. Mindegyik vonal esetében két antitest együttes jelenléte eredményezi a pozitív jelet.

A sarlósejtes vérszegénység kezelésére több olyan génterápiát dolgoztak ki, ahol a beteg véréképző sejtjeit (CD34+ sejtek, azaz CD34 membránfehérjével rendelkező sejtek) 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 száma a genetikailag módosított véréképző sejtek visszajuttatását követően. A CD15 szintén egy membránfehérje, ami a monocitákra és a granulocitákra jellemző.

57. Átlagosan hány példányban található meg a β -globin β A-T87Q allélja a vér magvas 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 lentivírussal módosított vérképző 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, a vizsgálat eredménye **a színes mellékletben található V. ábrán** látható.

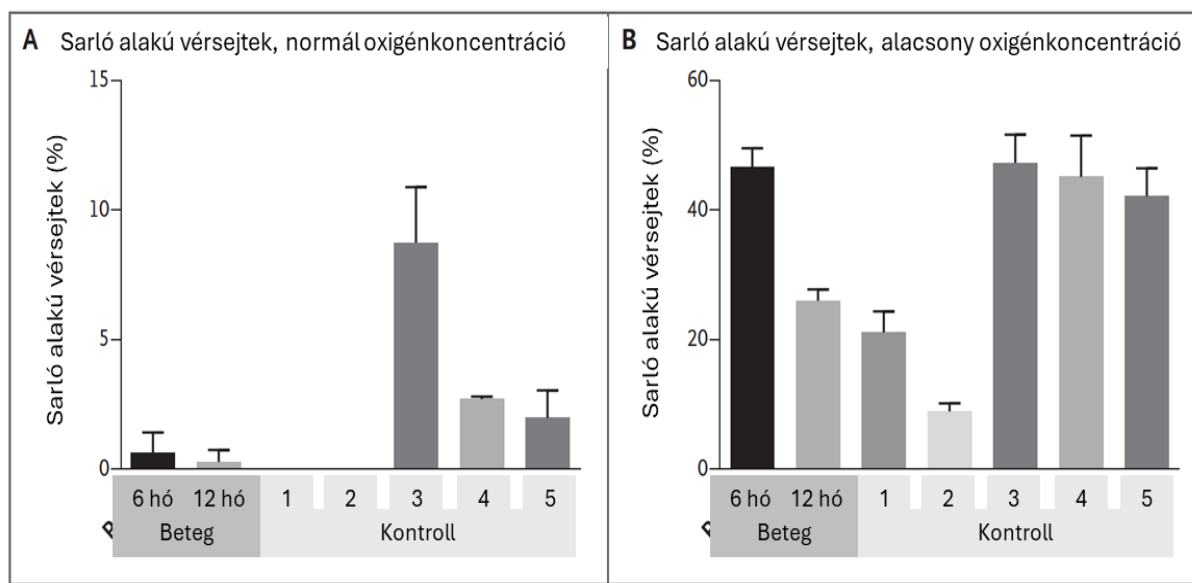
Az előforduló hemoglobinok és az őket felépítő fehérjeláncok jelölései:

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

58. 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 -globint 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 hemoglobin-képzése a 9. hónapra lényegében 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.

59. 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 oxigén koncentráció 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 VI. ábra** mutatja a retikulociták és a vörösvértestek számának változását.

60. Melyik állítás vagy abból levont következtetés hibás a színes ábrák és a leírás alapján?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. A vörösvérsejtek száma a csontvelő elpusztítását követően nem csökken jelentősen, mert a beteg folyamatosan transzfúziót kapott.
- B. A retikulociták száma a kezelés 3. hónapjától csökken, mert a transzfúziót megszüntették.
- C. A retikulociták száma a csontvelő elpusztítást megelőzően lecsökken, mert a beteg vérének lecserélték donorból származó vérrrel.
- D. A retikulociták száma a csontvelő elpusztítást követően megnő, mert a beteg hemoglobin képzése még nem állt helyre.
- E. A vörösvértestek száma a 7. hónap környékén sem csökken le, mert erre az időpontra helyreáll a beteg hemoglobin és vörösvértest képzése.

A BAJSZOS ARANYRIGÓ SOKSZÍNŰSÉGE (11 PONT)

Az Oriole-szigetvilág egyik endemikus madárfaja a bajszos aranyrigó (*Oriolus aureus*). A bajszos aranyrigó a kontinensen élő közönséges aranyrigó (*Oriolus communis*) fajból származik. Kb. 50 000 évvel ezelőtt a közönséges aranyrigó túlszaporodott a kontinensen, és kirajzásából alakult ki a Bunting-szigeten az első aranyrigó populáció. A Bunting-szigeten zajlott le a bajszos aranyrigó külön fajjá képződése, majd ezt követően a többi szigeten való elterjedése. Az egyes szigeteken kialakult bajszos aranyrigó populációk között az átvándorlás elhanyagolható mértékű. **Tanulmányozza a színes melléklet VII. ábráját!**

A bajszos aranyrigó tollazatának színét több autoszómás és egy ivari kromoszómás gén is befolyásolja. A tollazat színanyag termelésének előfeltétele egy enzim (E1) jelenléte, ami egy szintelen kiindulási vegyületből egy szintelen szintelen pigment előanyag szintézisét katalizálja. Az enzim termelődését a 'cl' gén domináns formája (cl+) teszi lehetővé. A szintelen előanyagból egy másik enzim (E2) sárga színű festékanyagot állít elő, ehhez y+ allél jelenléte szükséges. A harmadik enzim (E3) hatására a szintelen előanyagból r+r- genotípus esetén narancs, r+r+ genotípus esetén pedig vörös színű festék képződik. Az r-r- genotípus E3 hiányt eredményez. A sötétebb pigmentvegyületek elfedik a világosabb festékanyagok színét. A 'cl', 'y' és 'r' gének mind testi kromoszómán és egymástól függetlenül öröklődnek.

A tollazat színének kialakulásához ugyanakkor szükség van arra is, hogy a festékanyagok a tolltüszőkből a tollakba szállítódjanak. A sikeres transzportért a Z ivari kromoszómán található 'tr' gén tr+ allélja felel. (Madaraknál az ivari kromoszómák jele Z és W, a hímek rendelkeznek két Z, a tojók pedig egy Z és egy W szexkromoszómával.)

A bármilyen okból teljesen pigmenthiányos madarak testtollai fehérek. A hímek monogámok és egy szaporodási ciklusra választanak párt.

61. A tr^+ allélt hordozó egyedek között mely genotípusok alakítanak ki fehér tollazatot?
Válassza ki a nagybetűkkel jelölt válaszlehetőségek közül azt, amelyik mindegyik (kisbetűvel jelölt) igaz állítást tartalmazza, és nem tartalmaz hamisat!

- a. $cl-cl^- / y+y^+ / r+r^-$
- b. $cl+cl^- / y-y^- / r+r^-$
- c. $cl+cl^- / y-y^- / r-r^-$
- d. $cl+cl^+ / y+y^- / r-r^-$
- e. $cl-cl^- / y-y^- / r+r^+$
- f. $cl+cl^+ / y-y^- / r+r^-$
- g. $cl+cl^+ / y-y^- / r-r^-$
- h. $cl+cl^- / y+y^- / r-r^-$

A. aegh

B. bcfh

C. aceg

D. bdfh

E. acfg

62. Melyik génkölsönhatás figyelhető meg a 'cl' és az 'y' gén között? (A fogalommeghatározások helyesek, nem azok igazságtartalmát kell megítélnie!)

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Domináns episztázis: az egyik gén domináns allélja elfedi a másik gén megnyilvánulását.
- B. Azonos hatású gének: bármelyik gén domináns allélja ugyanazt a fenotípust eredményezi akármilyen kombinációban.
- C. Versengő (konkuráló) gének: a két gén domináns allélja ellentétes módon befolyásolja a fenotípust, együttes jelenlétük (vagy hiányuk) kioltja egymást.
- D. Recesszív episztázis: az egyik gén recesszív allélja homozigóta formában elnyomja a másik gén megnyilvánulását.
- E. 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.

63. Mely megállapítások igazak az aranyrigó színének öröklődésére?

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

- A. A faj egyedei között a fehér színűek vannak többségben.
- B. Ha egy aranyrigó populációban a tr^+ és a tr^- allél relatív gyakorisága megegyezne, akkor ebben a populációban feleannyi lenne a fehér hímek száma, mint a fehér tojóké.
- C. Ha egy tojó $Z^{tr}W$ genotípusú, akkor utódainak a fele biztosan fehér lesz.
- D. Színes hímeknek nem lehet fehér utóda.
- E. Ha egy aranyrigó populációban a tr^+ és a tr^- allél relatív gyakorisága megegyezne, akkor ebben a populációban a hímek között a fehér egyedek aránya legalább 25% lenne.
- F. A tojók között nincs olyan genotípus, ami narancs színű tollazatot eredményez.
- G. Négyszeresen heterozigóta hímek és $Z^{tr}W/cl+cl^-/y+y^-/r+r^-$ genotípusú tojók utódai között (nagyszámú utódok esetén) több, mint 60% fehér lesz.

64. A szigetvilág egyik szigetén (Redstart-sziget) a tr^+ és a cl^+ allél relatív gyakorisága is 1. Milyen arányban és milyen színű utódok keletkeznek 'y' génre heterozigóta narancs tollazatú madarak párzása esetén? *Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!*

Ugyanezen a szigeten az aranyrigó populációban az y^+ allél relatív gyakorisága $p = 0,8$, az r^+ allélé $u = 0,35$. (Az y^- allél relatív gyakorisága q , az r^- allélé v .) Az aranyrigó populációja a Redstart-szigeten ideálisnak tekinthető.

65. Hány százalék ezen a szigeten a mindkét génre heterozigóták gyakorisága?
*Az értéket két tizedes pontossággal adja meg! Egyetlen számot írjon, ne intervallumot!
 Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!*

66. Hogyan írható fel ezen a szigeten a sárga színű egyedek relatív gyakorisága?
Válassza ki a helyes válasz betűjelét!
- A. $p^2 + 2pq$
 - B. $v^2p \cdot (p + 2q)$
 - C. $v^2p^2 + v^2 \cdot 2pq + v^2u^2$
 - D. $p^2 - u^2$
 - E. $p^2 - v^2$

A szigetvilág egy másik szigetén (Stonechat-sziget) az aranyrigó 12 000 példányos populációjában a tr^+ és az y^+ allél relatív gyakorisága 1, a cl^+ allélé pedig 0,95. Az aranyrigó populáció itt is ideálisnak volt tekinthető addig, amíg egy ragadozó karvaly faj be nem települt a szigetre. A karvaly a betelepülése után – az aranyrigó két szaporodási időszak között – a fehér tollazatú aranyrigók 70%-át elfogyasztotta.

67. Hány fehér tollazatú aranyrigó maradt a populációban a következő szaporodási időszak kezdetére? *Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!*

A szigetvilág egy távolabbi, kisebb méretű szigetét (Robin-sziget) $Z^{tr+}Z^{tr+}/cl+cl+/y+y+/r+r+$, $Z^{tr+}Z^{tr+}/cl+cl+/y+y+/r+r-$, $Z^{tr+}Z^{tr+}/cl+cl+/y+y+/r-r-$, illetve $Z^{tr+}W/cl+cl+/y+y+/r+r+$, $Z^{tr+}W/cl+cl+/y+y+/r+r-$, $Z^{tr+}W/cl+cl+/y+y+/r-r-$ genotípusú aranyrigó egyedek kolonizálták. Minden genotípusból ugyanannyi egyed került a szigetre. Továbbá a szigetre való betelepítés után a kialakuló új aranyrigó populációban a véletlenszerű párválasztás helyett asszortatív szaporodás vált jellemzővé. (Asszortatív szaporodás: a hasonló geno- vagy fenotípusok párosodásának nagyobb a valószínűsége, mint az a genotípusgyakoriságok alapján várható lenne.) Jelen esetben az egyedek mindig saját színükkel megegyező fajtárssal álltak párba és szaporodtak. A színezet nincs kihatással az utódszámba, a különböző színű egyedek átlagosan ugyanannyi utódot produkálnak. A színezet alapján szelektáló hatás nem érte a populációt a szigeten. A sziget mérete alkalmas egy aranyrigó populáció fenntartására.

68. Hogyan alakul a Robin-szigeten az aranyrigó populációban az allélok és a különböző színű egyedek eloszlása a soron következő nemzedékekben?

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

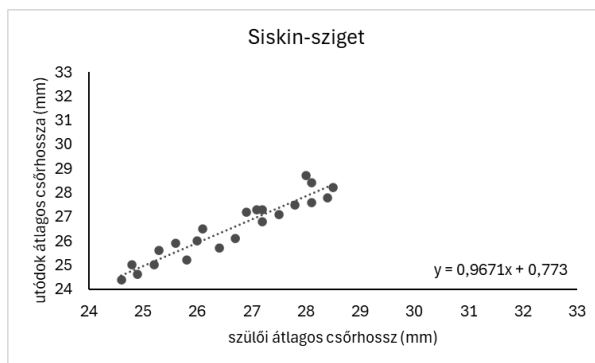
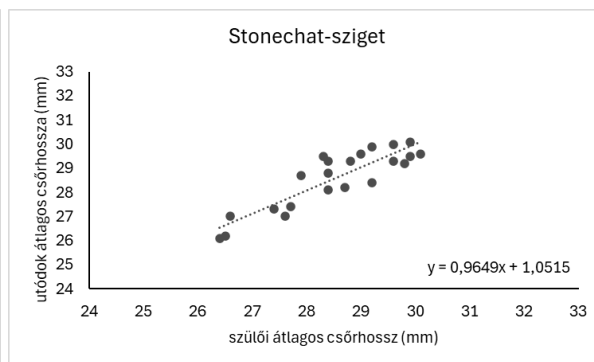
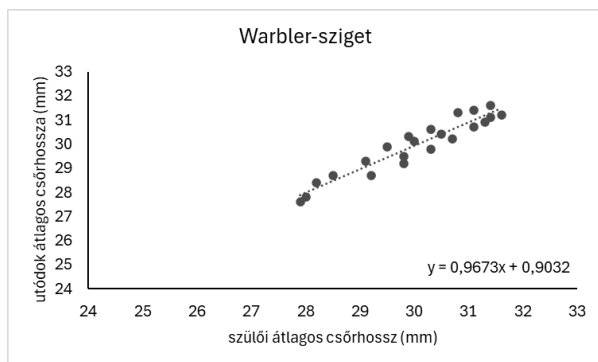
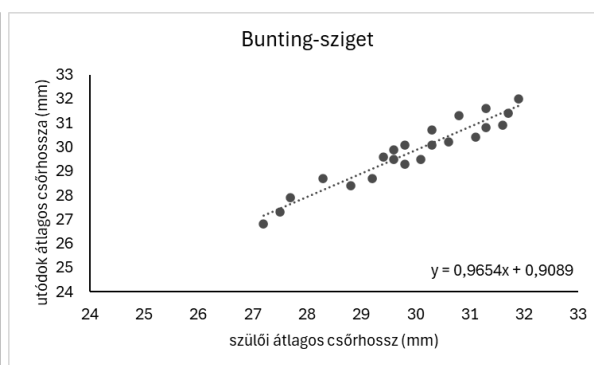
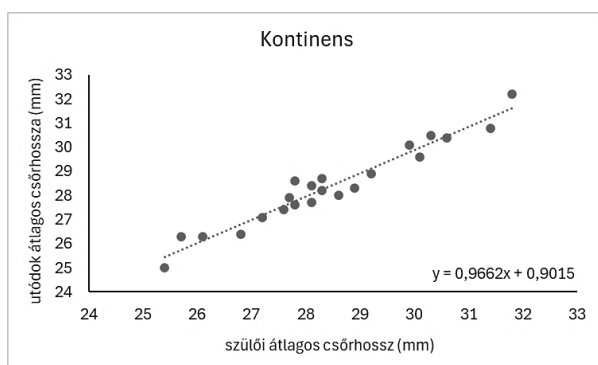
- A. A fehér színű egyedek aránya nagyon kis mértékben növekedni fog.
- B. A sárga színű egyedek aránya tíz generációt követően már 60% felett lesz.
- C. Vörös színű példányokból mindig kevesebb lesz, mint sárga színűekből.
- D. Az ötödik utódgenerációban a heterozigóták aránya 1/128-ad része lesz a kiindulási aránynak.
- E. A narancsszínűek aránya nemzedékről nemzedékre a felére csökken.

A kontinensen élő közönséges aranyrigó csőrmérete átlagosan $28,4 \pm 1,7$ mm. A bajsos aranyrigó viszont az egyes szigeteken ettől eltérő csőrmérettel rendelkezik. Kutatók azt szerették volna megtudni, hogy a csőr hossz méretében mutatkozó fenotípusos eltérések mekkora mértékben vezethetők vissza genetikai okokra, illetve környezeti hatásokra. A teljes fenotípusos variancia a genotípusos és a környezeti variancia* összege. A teljes fenotípusos varianciának azt a hányadát, amit a genetikai faktorok határoznak meg, *heritabilitásnak* nevezik. Kiszámítása: $H^2 = V_G/V_P$, ahol H^2 a heritabilitás, V_G a teljes genetikai variancia, V_P a teljes fenotípusos variancia.

Ennek megállapítására megmérték a kontinensen és az egyes szigeteken a madarak csőrhosszát, és a szülőpárok átlagos csőrhosszának függvényében ábrázolták a hozzájuk tartozó fészekaljban az utódok átlagos csőrhosszát. A koordinátarendszerben a pontokra egyenest illesztettek. Az eredményeket az alábbi táblázat és grafikonok foglalják össze. A grafikonok mellett fel lettek tüntetve az illesztett egyenesek egyenletei is.

*Variancia (szórásnégyzet): úgy kapjuk meg, hogy az adatok átlagtól való eltérését négyzetre emeljük, összeadjuk és átlagoljuk. Megmutatja, hogy mennyire szóródnak az adatok az átlag körül. Megegyezik a szórás négyzetével.

	átlagos csőrhossz (mm)	szórás
Kontinens	28,4	1,7
Bunting-sziget	29,8	1,4
Warbler-sziget	29,9	1,1
Stonechat-sziget	28,5	1,2
Siskin-sziget	26,6	1,2



69. Mely megállapítás igaz a heritabilitásra? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. Értéke akkor negatív, ha a fenotípusban mutatkozó varianciát kizárólag a környezet változatossága okozza.
- B. Ha értéke egynél nagyobb, akkor a genetikai okok kétszer olyan erősen vesznek részt a fenotípus változatosságának kialakításában, mint a környezeti faktorok.
- C. Minél meredekebb a regressziós egyenes, annál nagyobb a heritabilitás.
- D. Egy faj adott tulajdonságának heritabilitása a faj minden populációja esetén ugyanakkora.
- E. A heritabilitás csak minőségi jellegeknél értelmezhető, mennyiségi tulajdonságoknál nem.

70. Mely megállapítás igaz a bajszos aranyrigó csőrhosszára?

Válassza ki a nagybetűkkel jelölt válaszlehetőségek közül azt, amelyik mindegyik (kisbetűvel jelölt) igaz állítást tartalmazza, és nem tartalmaz hamisat!

- a. A kontinensen a csőrhossz heritabilitása magasabb, mint a szigeteken.
- b. Az aranyrigó csőrhossza a sziget méretének csökkenésével szintén csökken.
- c. A Bunting-szigeten a bajszos aranyrigó populációban a csőrhosszt irányító szelekció érte.
- d. Az első bajszos aranyrigó populációban a csőrhosszt csak szétválasztó szelekció érte.
- e. Az aranyrigó csőrméretének fenotípusai egyetlen gén három, dominanciasorba rendezhető alléljának öröklődésével magyarázhatók.
- f. A csőrméret változatossága elsősorban a genetikai varianciának köszönhető.
- g. Ha kísérleti jelleggel a Siskin-sziget 27,5-28,5 mm csőrhosszú egyedeit kereszteznénk egymással, az utódgenerációban ugyanolyan arányban kapnánk 24,5-25,5 mm csőrhosszú egyedeket, mint az ábrán bemutatott populáció esetében.

- A. abdfg
- B. acef
- C. bdeg
- D. cf
- E. aceg

Kodonszótár

1. bázis	2. bázis				3. bázis
	U	C	A	G	
U	fenilalanin	szerin	tirozin	cisztein	U
	fenilalanin	szerin	tirozin	cisztein	C
	leucin	szerin	STOP	STOP	A
	leucin	szerin	STOP	triptofán	G
C	leucin	prolin	hisztidin	arginin	U
	leucin	prolin	hisztidin	arginin	C
	leucin	prolin	glutamin	arginin	A
	leucin	prolin	glutamin	arginin	G
A	izoleucin	treonin	aszparagin	szerin	U
	izoleucin	treonin	aszparagin	szerin	C
	izoleucin	treonin	lizin	arginin	A
	metionin <i>lánckezdő</i>	treonin	lizin	arginin	G
G	valin	alanin	aszparaginsav	glicin	U
	valin	alanin	aszparaginsav	glicin	C
	valin	alanin	glutaminsav	glicin	A
	valin	alanin	glutaminsav	glicin	G

VÁLASZLAP

1.
2. A B C D E
3. A B C D E
4.
5. A B C D E
6. A B C D E
7.
8. mV
9. A B C D E
10. A B C D E
11. A B C D E
12. A B C D E
13.
14. A B C D E
15.
16. A B C D E
17. A B C D E
18. %
19. A B C D E
20. A B C D E
21. A B C D E
22. ml
23. A B C D E
24. %
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.
31.
32. A B C D E
33.
34. A B C D E
35. 1: 2: 3: 4:
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. A B C D E
41. A B C D E
42. A B C D E
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. m/s
49.
50. m/s

A jó válaszok száma:

A jó válaszok száma:

A rossz válaszok száma:

A rossz válaszok száma:

51. _____ m/s

52. _____ Hz

53. _____

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. _____

64. fehér : sárga : narancs : vörös = _____ : _____ : _____

65. _____ %

66. A B C D E

67.

68. A B C D E

69. A B C D E

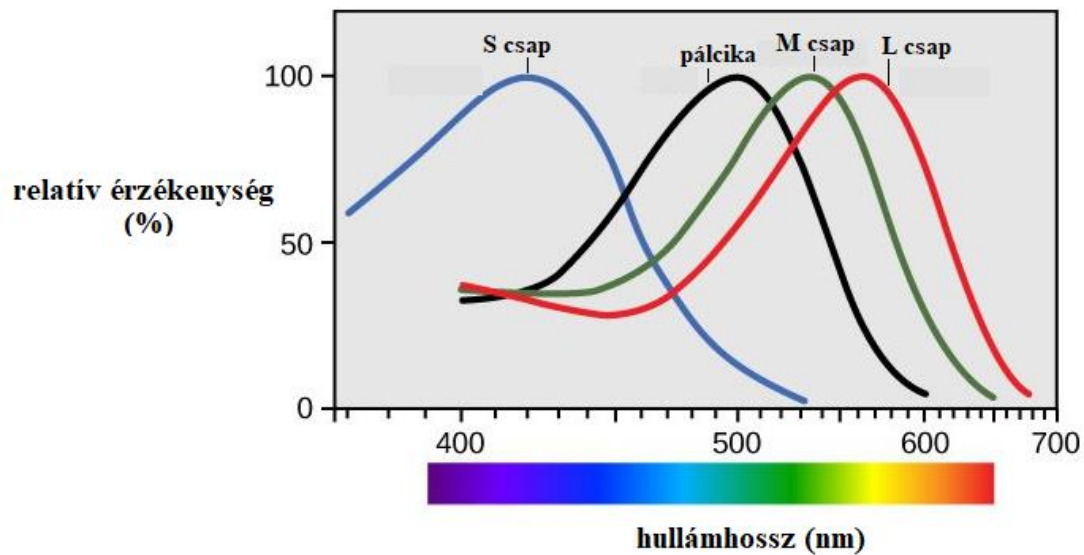
70. A B C D E

A jó válaszok száma:

A rossz válaszok száma:

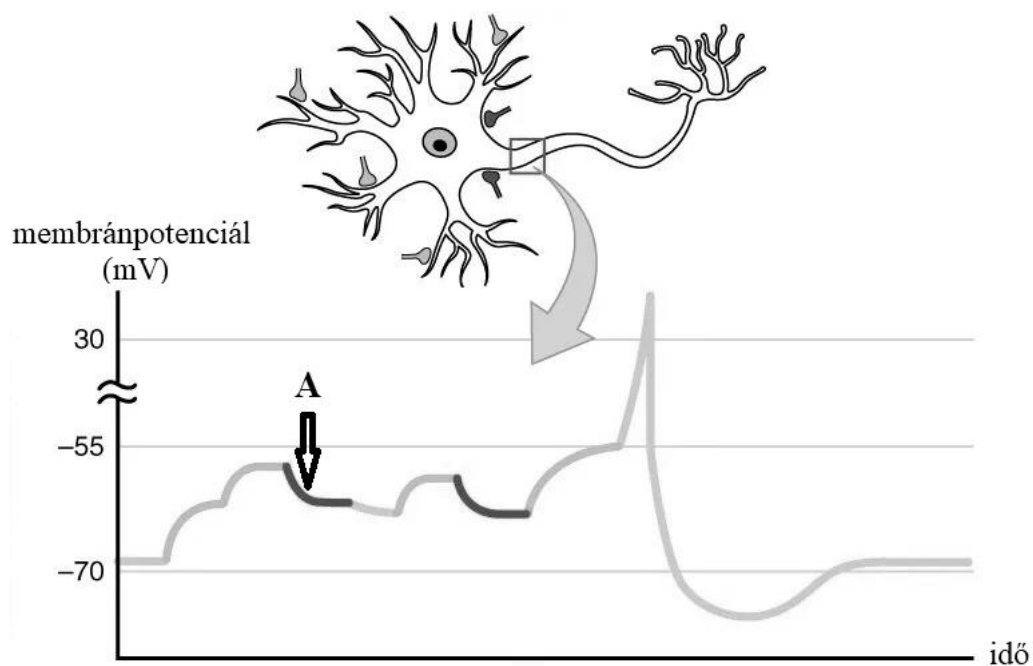
MELLÉKLET

I. ÁBRA KÉKSÉG 6. FELADAT



Az emberi retina négyféle receptorsejtjének relatív érzékenysége a fény hullámhosszának függvényében

II. ÁBRA IONCSATORNÁK AZ IDEGSEJTEN 8-10. FELADAT



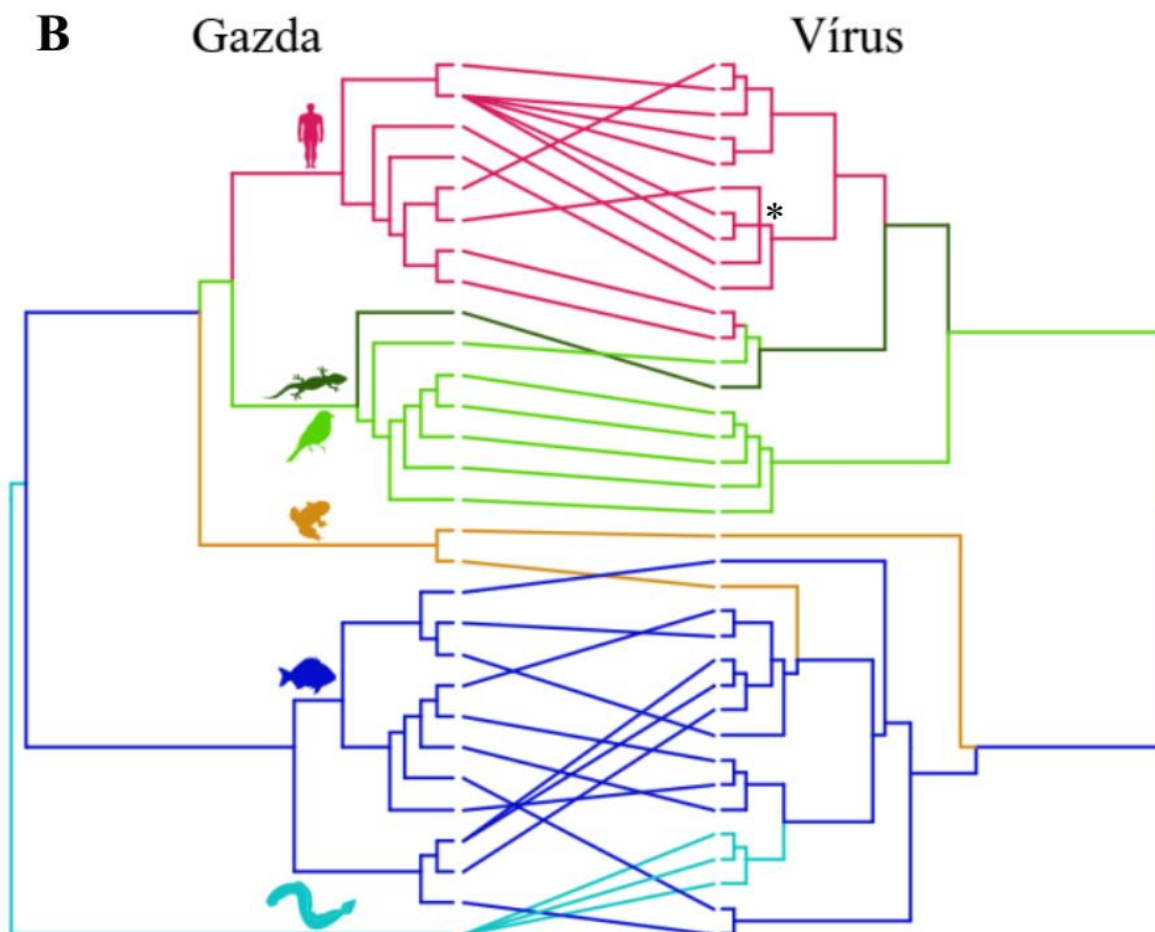
III. ÁBRA EZ-AZ A KORONAVÍRUSRÓL 30-31. FELADAT

A



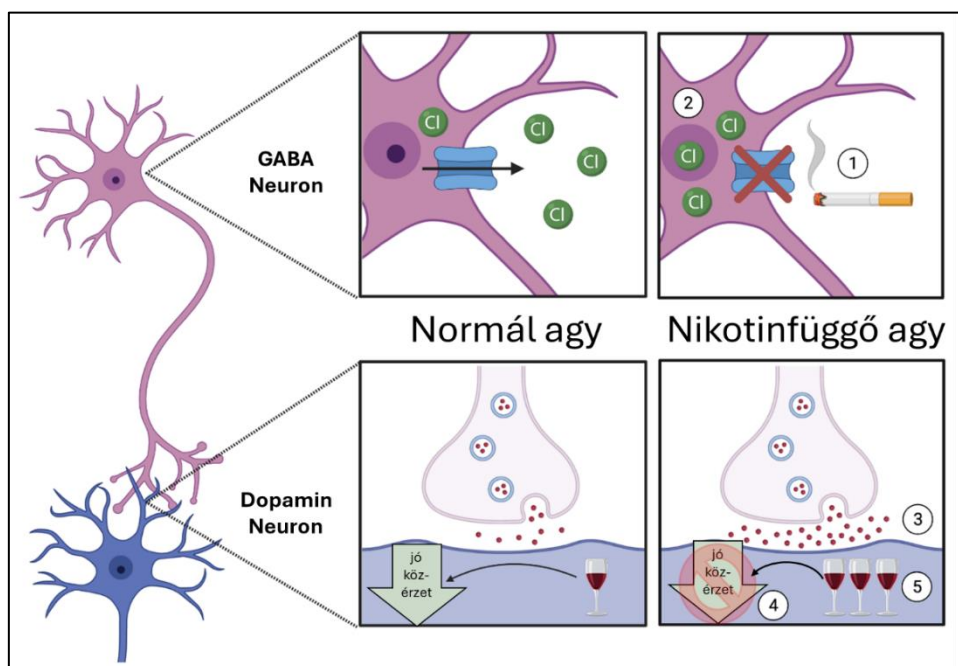
A) Az állatok törzsfája

B



B) Az állatok és a vírusok törzsfájának összehasonlítása

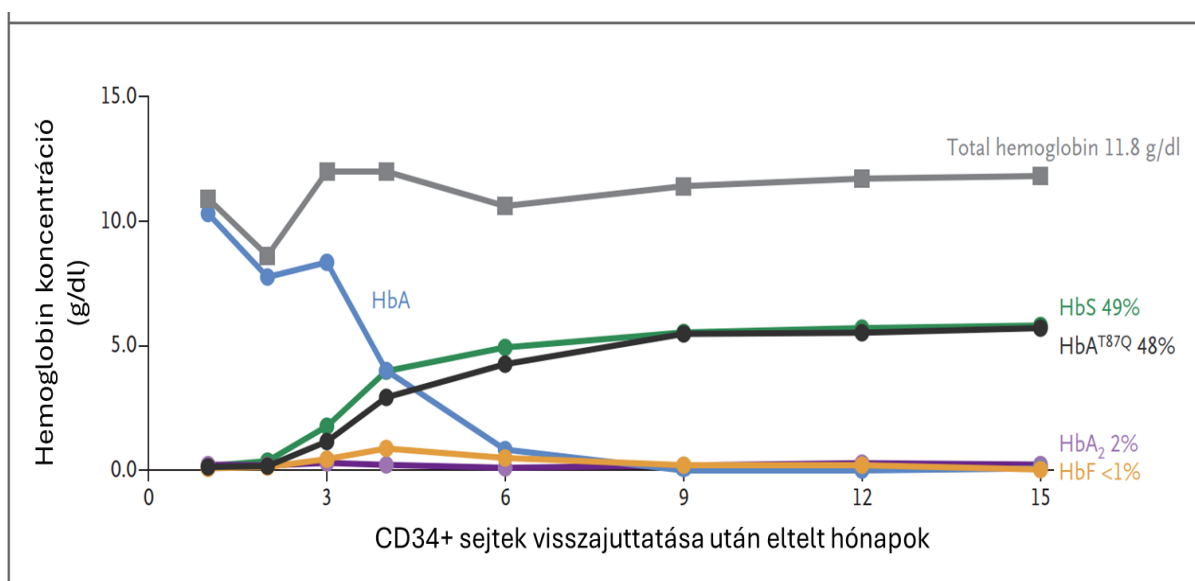
IV. ÁBRA LAZÍTÓ EGYPERCESEK 40. FELADAT



Különböző hatású ingerületátvivő anyagot (GABA – gamma-amino-vajsav / dopamin) termelő idegsejtek kapcsolata az agyban.

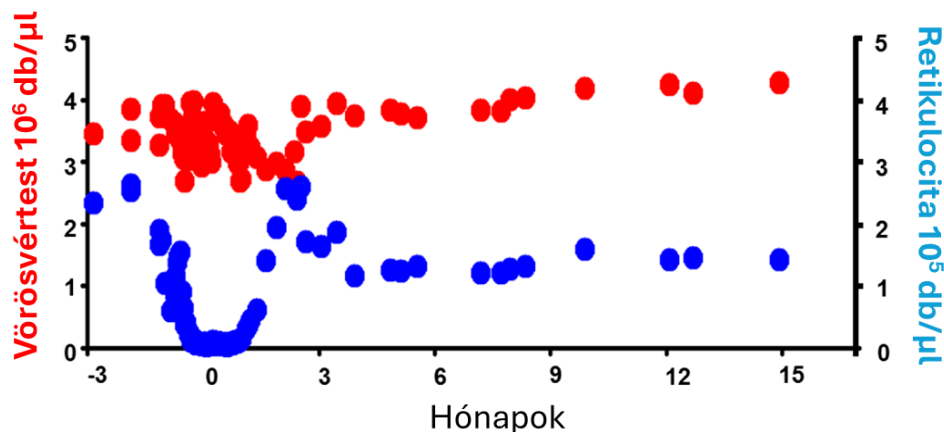
Az ①-⑤ számok egymásra következő események sorrendjét jelzik.

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



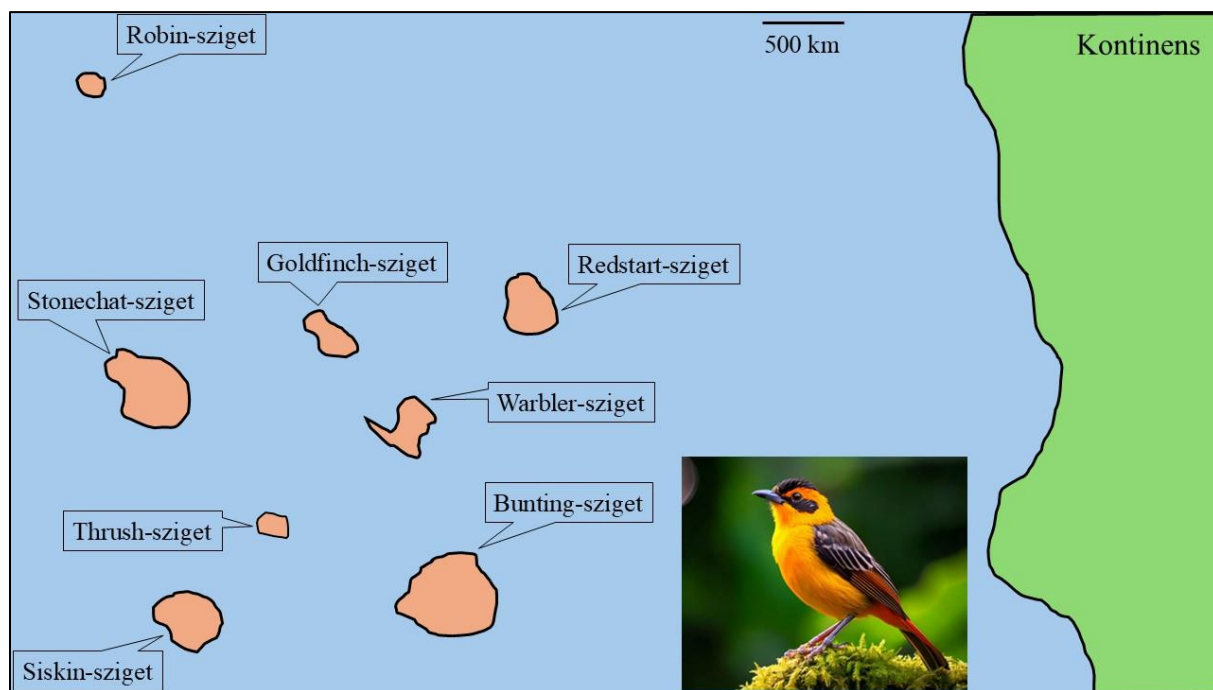
Hemoglobin-koncentráció a genetikailag módosított vérképző sejtek visszajuttatását követően.

**VI. ÁBRA A SARLÓSEJTES VÉRSZEGÉNYSÉG DIAGNOSZTIZÁLÁSA ÉS KEZELÉSE
60. FELADAT**



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

VII. ÁBRA A BAJSZOS ARANYRIGÓ SOKSZÍNŰSÉGE



Az Oriole-szigetvilág szigetei és a bajszos aranyrigó.