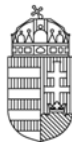


Kódszám:



OKTATÁSI HIVATAL

A 2023/2024. 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 lejárta után vihetik el.

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

A munkalapokon 64 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-23 projekt támogatja



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



**A FELADATLAP A 3. OLDALTÓL A 34. OLDALIG A VERSENYZŐNÉL MARADHAT,
CSAK A BORÍTÓLAPOT (1., 2., 35., 36. OLDALT) KÉRJÜK TOVÁBBKÜLDENI!**

KÉRJÜK, ERRE AZ OLDALRA NE ÍRJON!

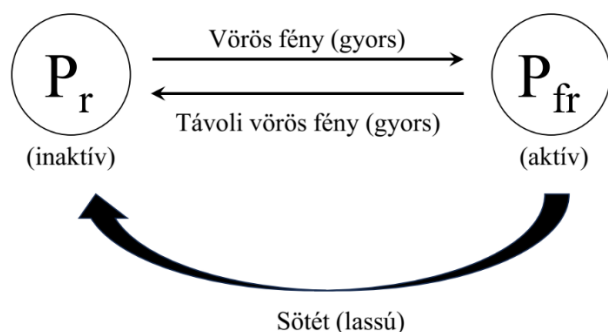
NÖVÉNYEK FOTORECEPTORAI (9 PONT)

A növények a fényt fotoreceptor fehérjék segítségével érzékelik. Számos különböző fotoreceptoruk van, amelyek más-más folyamatok szabályozásában játszanak szerepet. Az egyik fontos csoportja a fotoreceptoroknak a fitokrómok. A fitokróm fehérjéknek két formája van, melyek egymásba tudnak alakulni. A P_r forma a vörös fényre érzékeny (r = red = vörös, 660 nm-es), míg a P_{fr} forma a távoli (azaz nagyobb hullámhosszú, 730 nm-es) vörös fényre (fr = far red = távoli vörös). Ha a P_r forma elnyeli a vörös fényt, a P_{fr} formába alakul, és fordítva: ha a P_{fr} forma nyel el távoli vörös fényt, akkor a P_r formába alakul. Ezek a folyamatok gyorsan mennek végbe. Emellett a P_{fr} forma sötétben szintén vissza tud alakulni a P_r formába, ez viszont lassú folyamat (órák alatt megy végbe). A két forma közül csak a P_{fr} aktív. Nappal a fitokrómok kb. 85%-a a P_{fr} formában van.

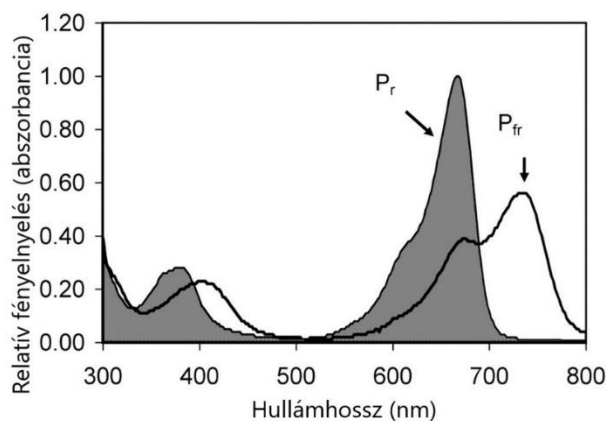
A fent leírt működést az 1. ábra mutatja be.

A 2. ábra a fitokróm két formájának fényelnyelését mutatja.

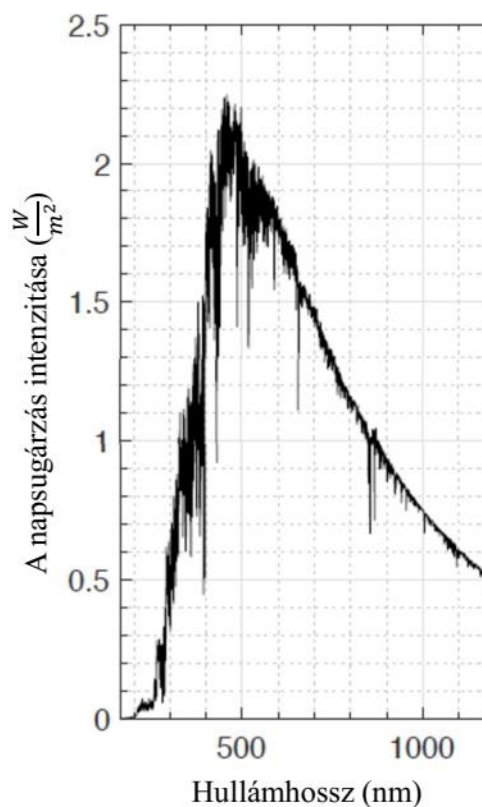
A 3. ábra a napsugárzás erősségét (intenzitását) mutatja a hullámhossz függvényében.



1. ábra: A fitokróm fehérjék működése.



2. ábra: A fitokrómok két formájának fényelnyelése



3. ábra: A napsugárzás spektruma

1. Melyik állítás igaz a megadott információk alapján? Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. A P_{fr} formának nagyobb a fényérzékenysége, mint a P_r formának.
- B. Távoli vörös fény segítségével gyorsan aktiválható a fitokróm fehérje.
- C. A P_r forma több napsugárzást nyel el, mint a P_{fr} forma.
- D. A P_{fr} forma nem nyel el a Nap sugárzását.
- E. A napfényben sokkal nagyobb arányban van távoli vörös fény, mint vörös.

A fitokrómok egyik szerepe a virágzás szabályozása a rövid- és hosszúnappalos növények esetében. (A következő két feladat során vegyük úgy, hogy csak ezek a fotoreceptorok befolyásolják a növények virágzását.)

2. Közvetlenül mi váltja ki a rövidnappalos növények virágzását a megadott információk alapján? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A P_{fr} forma mennyisége időszakosan egy kritikus szint alá csökken.
- B. A P_r forma mennyisége időszakosan egy kritikus szint alá csökken.
- C. A P_{fr} forma mennyisége tartósan (napokig) egy kritikus szint alatt van.
- D. A P_r forma mennyisége tartósan egy kritikus szint alatt van.
- E. A két forma mennyisége megegyezik.

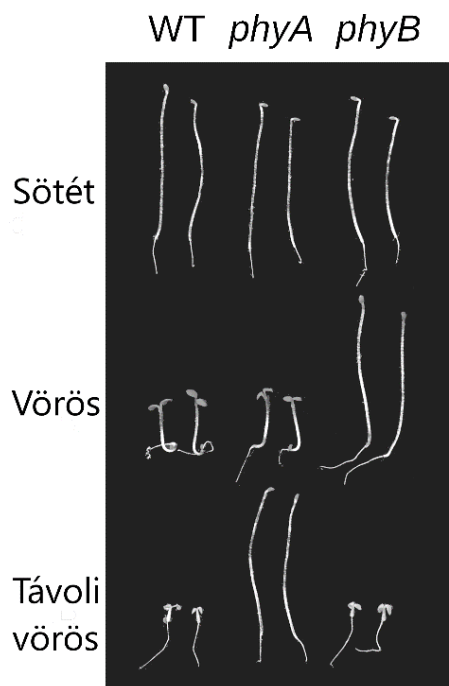
3. Egy hosszúnappalos növényt olyan napi ciklusban nevelünk, ahol a megvilágított és a sötét periódus hossza is 12-12 óra. A 12 órás sötét periódus a kritikus periódusnál hosszabb. A megszakítást mindig a sötét periódus közepén végezzük. Melyik esetekben fog virágozni a növény az alábbiak közül?

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

- A. A sötét periódusokat nem szakítjuk meg.
- B. A sötét periódusokat rövid vörös (660 nm) megvilágítással szakítjuk meg.
- C. A sötét periódusokat rövid távoli vörös (730 nm) megvilágítással szakítjuk meg.
- D. A sötét periódusokat rövid zöldeskék (500 nm) megvilágítással szakítjuk meg.
- E. A sötét periódusokat vörös (660 nm) és röviddel utána távoli vörös (730 nm) megvilágítással szakítjuk meg.
- F. A sötét periódusokat távoli vörös (730 nm) és röviddel utána vörös (660 nm) megvilágítással szakítjuk meg.
- G. A sötét periódusokat távoli vörös (730 nm) és röviddel utána kék (500 nm) megvilágítással szakítjuk meg.

A kutatók sok különböző olyan mutációt fedeztek fel, ami a fitokrómat érinti.

A 4. ábra egy olyan kísérlet eredményét mutatja, amelyben a lúdfű nevű növényfaj csíranövényeinek növekedését vizsgálták. Vad típusú (nem mutáns, jelölésük: WT), és két különböző fitokróm mutáns (*PhyA* és *PhyB*) csíranövényt vizsgáltak. Mindhárom típusú növényből 3-3 csoportot csináltak, és a csíranövényeket 4-4 napig nevelték, az első csoportot sötétben, a másodikat vörös, a harmadikat távoli vörös fényrel megvilágítva.



4. ábra: A vad típusú (WT) és a mutáns (*PhyA*, *PhyB*) növények reakciója a sötétre és fényre. (A kép minden esetet 2-2 növénnel mutat be.) A vad típusú növények teljes napfényben nevelve a vörös / távoli vörös megvilágításhoz hasonlóan növekednek.

4. Melyik következtetés helytálló a kísérlet eredménye alapján?

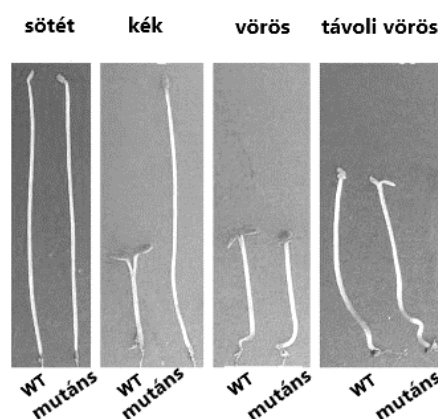
Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Ha egy csíranövény mindkét mutációt hordozza (egyszerre *PhyA* és *PhyB*), akkor teljes napfényrel megvilágítva is meg fog egyezni a növekedése a sötétben nevelt vad típusúéval.
 - B. A kísérlet eredményének magyarázata, hogy a *PhyA* mutánsokban a fitokróm P_r , a *PhyB* mutánsokban a P_{fr} formája nem termelődik.
 - C. A kísérlet eredménye alapján a mutáns növényekben egyáltalán nem termelődik működőképes fitokróm fehérje.
 - D. A kísérlet eredménye alapján a különböző növényfajok fitokrómjainak fényelnyelése eltér.
 - E. A kísérlet eredménye alapján a vizsgált fajon belül több különböző fényelnyelésű fitokróm típus is előfordul.
5. Mi lehet az evolúciós előnye annak, hogy a sötétben nevelt (nem mutáns) csíranövény sokkal jobban megnyúlik, mint a fényben nevelt? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
- A. A sötétben nevelt csíranövény több szerves anyagot tud termelni, mint a világosban nevelt.
 - B. A sötétben nevelt csíranövények több tartaléktápanyagot tudnak így felhalmozni, mint a világosban neveltek.
 - C. Sötétben a növények nem versengenek a fényért, így több energiát tudnak a növekedésre fordítani.
 - D. A sötétben nevelt csíranövény gyorsabban növekszik, így hamarabb éri el a napfényt.
 - E. Sötétben nem kell a növényeknek energiát fordítaniuk a fotoszintézisre, így több energiájuk marad a növekedésre.

Egy másik kísérletben (5. ábra) a lúdfű fajnak egy másik mutációját vizsgálták. Szintén csíranövényeket vizsgáltak különböző fényben nevelve.

(Az alkalmazott hullámhosszok: kék fény: 470 nm, vörös fény: 660 nm, távoli vörös fény: 730 nm.)

Kontroll csoportként itt is vad típusú (WT, nem mutáns) növényeket használtak.



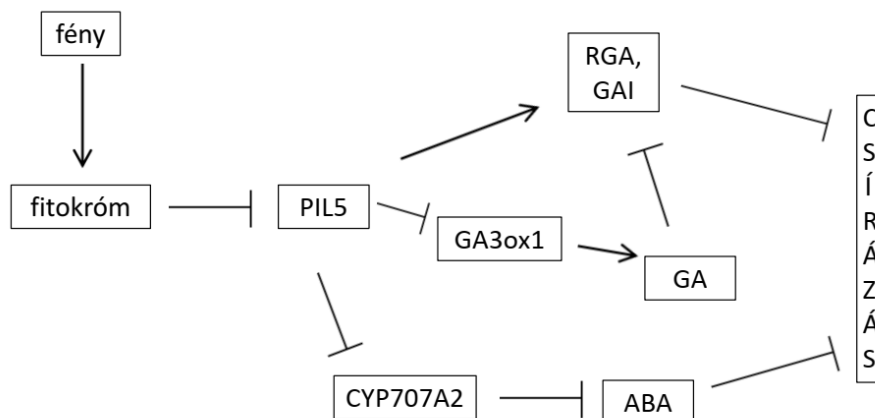
5. ábra: Vad típusú és mutáns csíranövények vizsgálata.

6. Milyen következtetések vonhatók le a kísérlet eredménye alapján?

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

- A. A vizsgált mutáns növényekben nem termelődtek működőképes formában a korábban megismert fitokróm fehérjék.
- B. A vizsgált mutáns növényekben túl sok fitokróm termelődött.
- C. A mutáció nem érintette a korábban megismert fitokróm fehérjék működését.
- D. A mutáció a távoli vörös fény érzékelését befolyásolta.
- E. A növények csírázását kizárólag a korábban megismert fitokróm típusú fotoreceptorok szabályozzák.
- F. A mutáns növények a kék fényre a legérzékenyebbek.
- G. A növények a korábban megismert fitokrómok mellett más típusú fotoreceptorokkal is rendelkeznek.

A fitokrómok a csírázásra is hatással vannak egyes növényekben. Azokat az útvonalakat, amelyeken keresztül hatásukat kifejtik, a 6. ábra mutatja vázlatosan.



6. ábra: A fitokróm hatása a csírázásra

Az ábrán a normál nyilak serkentő, a tompa végű (T alakú) nyilak gátló hatást jelölnek. A rövidítések különböző molekulákat jelölnek, ezek nevének ismerete nem szükséges a feladat megoldásához.

7. Milyen hatással van a fitokróm megvilágítása a csírázásra a 6. ábra alapján?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

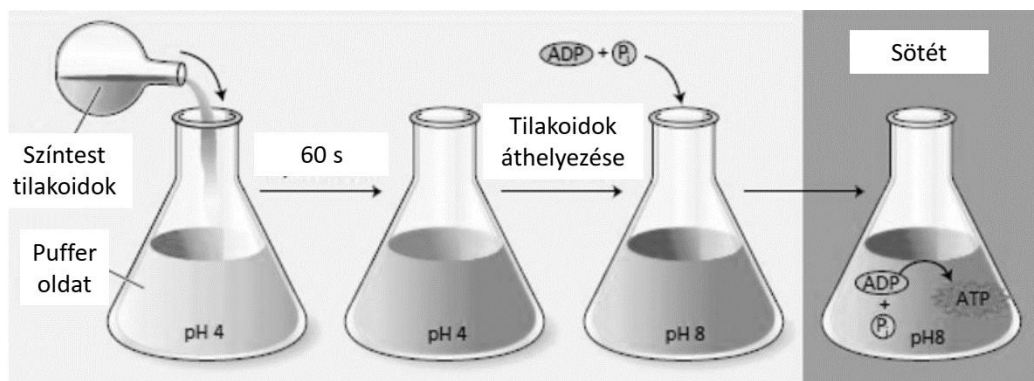
- A. Nincs hatása a csírázásra.
- B. Serkenti a csírázást.
- C. Gátolja a csírázást.
- D. A különböző útvonalakon eltérő hatással van a csírázásra, melyek kiegyenlítik egymást.
- E. A különböző útvonalakon eltérő hatással van a csírázásra, így nem dönthető el az ábra alapján, hogy serkenti vagy gátolja.

KEMIOZMÓZIS (8 PONT)

A kemiozmotikus modellt (ami az ATP szintézisét magyarázza a fotoszintézis fényszakaszában és a terminális oxidációban) Peter Mitchell alkotta meg 1961-ben (ezért nyerte el a kémiai Nobel-díjat 1978-ban). A modell sokkal jobban magyarázta az említett folyamatok működését, mint a korábbi modellek, de évekig nem fogadta el a kutatók többsége, mivel nem volt kísérletesen alátámasztva. Végül (más kutatások mellett) André Jagendorf 1966-os kísérlete bizonyította az elmélet helyességét.

A kísérlet során spenótból vont ki zöld színtesteket, majd olyan kezelésnek vetette alá őket, aminek hatására a kettős membránjuk felhasadt. Így ki tudta nyerni a tilakoid membránt (a színtest fényszakaszért felelős membránját), ami azonban ép maradt. Az ezt követő kísérletet végig sötétben végezte. A kinyert tilakoid membránokat savas (kb. 4-es pH-jú) oldatba helyezte egy percre. A tilakoid membránon kis mértékben át tudnak jutni a hidrogénionok, így a tilakoid membránok által határolt térben (lumen) is savassá vált a közeg. Ezután a membránokat (még mindig sötétben!) enyhén lúgos (kb. 8-as pH-jú) oldatba helyezte, ami ADP-t és szerves foszfátot is tartalmazott (ezek feleslegben álltak rendelkezésre). Az áthelyezést követő 15 másodperces időszak ATP szintézist tudott kimutatni. Az oldatba kerülő színtestek (tilakoidmembránok) mennyiségét a klorofilltartalom alapján határozták meg.

A kísérletet vázlatosan a következő oldalon látható 1. ábra mutatja be.

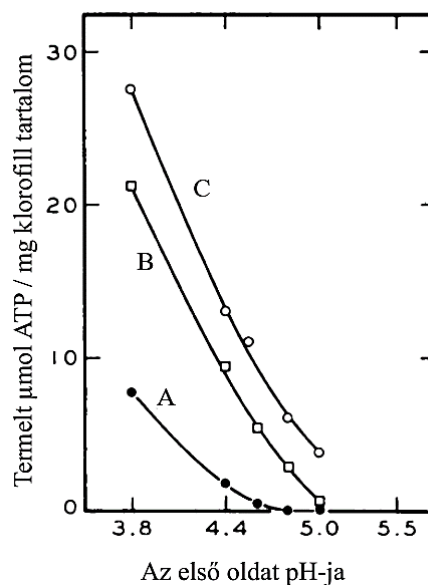


1. ábra: Jagendorf kísérlete

8. Az alábbi válaszok közül melyik magyarázza helyesen a kísérlet eredményét? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
- A. 4-es pH-n nem működtek a vízbontásban szerepet játszó enzimek, de 8-as pH-n igen.
 - B. A pH-változás hatására működésbe lépett az elektrontranszportlánc, ami közvetlenül működteti az ATP-szintáz.
 - C. A pH-változás hatására gerjesztett állapotba kerültek a fotorendszerek.
 - D. Az ATP-szintáz csak akkor tud működni, ha a tilakoidmembrán mindkét oldalán lúgos a közeg.
 - E. pH különbség alakult ki a membrán két oldala között, ennek hatására működött az ATP-szintáz.

A kísérletek egy részének eredményét a 2. ábra mutatja:

Az egységnyi mennyiségű klorofillra jutó ATP-termelés mértékét ábrázolja az első oldat pH-jának függvényében. A három (A, B és C jelű) görbe közötti eltérést egy másik változó eltérő beállítása okozta.

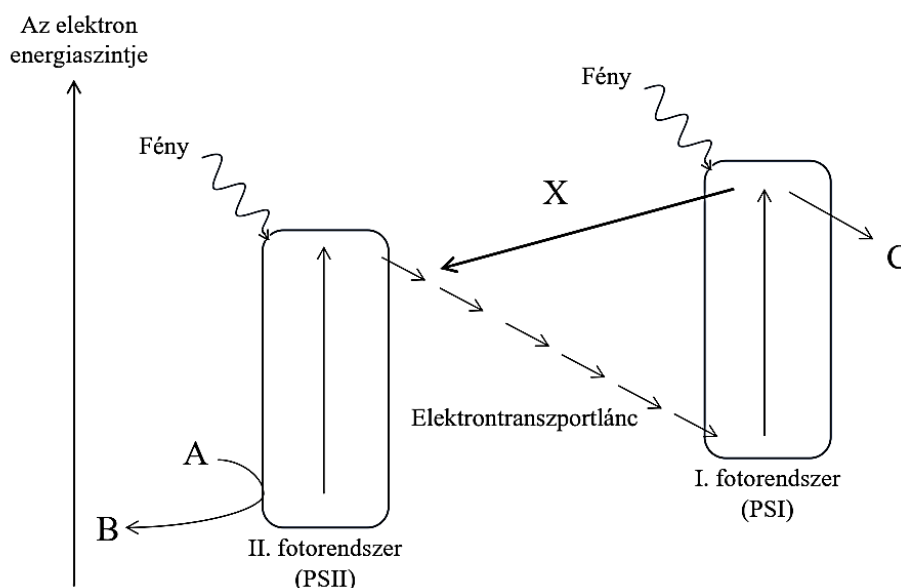


2. ábra

9. Mit változtattak és hogyan a kísérletben az alábbiak közül, ami miatt eltért a fenti képen a három (A, B és C) görbe által mutatott eredmény? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
- A. A második oldat pH-ját. A = 8,3, B = 7,8, C = 7,2
 - B. A második oldat pH-ját. A = 7,2, B = 7,8, C = 8,3
 - C. A színtestek koncentrációját. Klorofilltartalom: A = 0,18 g/dm³, B = 0,25 g/dm³, C = 0,40 g/dm³
 - D. A színtestek koncentrációját. Klorofilltartalom: A = 0,40 g/dm³, B = 0,25 g/dm³, C = 0,18 g/dm³
 - E. Az ADP koncentrációját. A = 0,4 mmol/dm³, B = 0,2 mmol/dm³, C = 0,1 mmol/dm³

Jagendorfék hamar rájöttek, hogy ugyanezeket az eredményeket tudják elérni, ha világosban végzik a kísérletet, és egy fotoszintézis gátló szert, a DCMU-t használják. A DCMU azt gátolja meg, hogy a II. fotorendszerről (PSII) az elektrontranszportláncra kerüljenek az elektronok. Emiatt a legtöbb növény nem (vagy csak elenyésző mértékben) tud ATP-t termelni a fotoszintézis fényszakaszában.

Bizonyos növények és számos baktérium azonban képes fotoszintetikus ATP termelésre DCMU jelenlétében is. Ez úgy lehetséges, hogy esetükben az I. fotorendszerről (PSI) nem a megszokott útvonalon haladnak tovább az elektronok, hanem újra az elektrontranszportláncra kerülnek (ezt az útvonalat a 3. ábrán X-el jelöltük), ahonnan természetesen később visszajutnak az I. fotorendszerre. Mivel az elektronok ebben az esetben körbe járnak, ezt a folyamatot ciklikus fotofoszforilációnak nevezik. (A fotoszintetikus elektrontranszportlánc ugyanolyan elven működik, mint a terminális oxidációé.)



3. ábra: Az elektron mozgása a fotoszintézis során (Z-séma). Az egyenes nyilak jelzik az elektron haladási irányát. A függőleges tengely az elektron energiaszintjét jelzi. Az „X”-el jelzett folyamat csak a ciklikus fotofoszforiláció során megy végbe, ekkor az elektron visszakérül az elektrontranszportláncra a PSI-ről. Az „A” betű a fényszakasz egyik kiinduló anyagát, a „B” és „C” betűk egy-egy termékét jelölik.

10. Melyik esemény következik be az ATP szintézise mellett az alábbiak közül, ha a növény kizárólag ciklikus fotofoszforilációt végez? Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. vízbontás
- B. oxigéntermelés
- C. a fény hasznosítása
- D. széndioxid megkötés
- E. glükóz szintézis

A DCMU-hoz hasonlóan számos más fotoszintézisgátló esetében is azt tapasztalták, hogy hasonló eredményt kapnak az alkalmazásuk során, mintha sötétben végeznék a kísérletet. Azonban találtak olyan fotoszintézis gátló anyagokat is (pl. PMA), amelyek alkalmazása során nem (vagy csak minimális mértékben) képződött ATP a kísérletben. Kísérletesen kimutatható, hogy a PMA közvetlenül nem befolyásolja az ATP-szintáz működését, nem kötődik hozzá.

11. Milyen módon fejt ki a hatását a PMA a leírtak alapján?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Segíti a hidrogénionok átjutását a lipidmembránon keresztül.
- B. Gátolja a fotorendszerek működését.
- C. Az elektrontranszportlánc egyik eleméhez kötődik, és megakadályozza, hogy elektront továbbítson.
- D. A NADP^+ molekulákhoz kötődik, és ezáltal meggátolja, hogy hidrogénatomokat vegyen fel.
- E. Leállítja a vízbontásért felelős enzim működését.

A PMA-hoz hasonló hatású anyagok a sejtek biológiai oxidációjára is hatással lehetnek.

12. A biológiai oxidáció melyik részfolyamata nem megy végbe az alábbiak közül, ha ilyen hatású anyag kerül a sejtbe? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. Csak az oxigénfelhasználás.
- B. Csak az ATP szintézis a terminális oxidációban.
- C. Az oxigénfelhasználás, a vízképződés és az ATP-szintézis a terminális oxidációban.
- D. A NADH képződés, az oxigénfelhasználás, a vízképződés és az ATP-szintézis a terminális oxidációban.
- E. A glükózbontás, NADH képződés, az oxigénfelhasználás, a vízképződés és az ATP szintézis a terminális oxidációban.

Peter Mitchell egy új fogalmat is bevezetett: a protonmozgató erőt (pmf). Ez a membrán két oldala között kialakuló elektrokémiai potenciál a hidrogénionokra (protonokra) nézve. Az elektrokémiai potenciál kifejezés azt jelenti, hogy a protonok mozgására mind töltéskülönbség miatt kialakuló membránpotenciál, mind hidrogénionok koncentrációkülönbsége miatt kialakuló kémiai potenciál hat. Gyakorlatilag ez a hidrogénionok mozgásának hajtóereje. A protonmozgató erő a következő egyenlet alapján számolható (25 °C-on):

$$\text{pmf} = \Delta E - 59 \text{ mV} * (\text{pH}_i - \text{pH}_o)$$

ΔE : a membrán két oldala között kialakuló elektromos potenciál (membránpotenciál), a membránon belüli tér potenciálját viszonyítjuk a membránon kívüli térhez

pH_i : a membránon belüli tér pH-ja

pH_o : a membránon kívüli tér pH-ja

A szintest alapállományában (sztrómájában) általában 8-as a pH. A tilakoid membránok által határolt üregben (lumenben) leggyakrabban 4 körüli a pH. A membránpotenciál értékét nehéz meghatározni a tilakoid membrán esetében, most vegyük -30 mV-nak.

13. Számolja ki, mekkora a protonmozgató erő értéke a fenti esetben! Az eredményt mV-ban, egész számra kerekítve adja meg! *Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!*

Egy másik esetben tudjuk, hogy a protonmozgató erő -320 mV. Az alapállomány pH-ja 8,5, a membránpotenciál -40 mV.

14. Számolja ki, mekkora a tilakoid membrán által határolt üreg (lumen) pH-ja ebben az esetben! *Válaszát két tizedesjegy pontossággal adja meg, és írja a válaszlap megfelelő helyére!*

A biológiai oxidációt más anyagok is gátolhatják. Például a cianidionok gátolják a mitokondrium belső membránjában lévő elektrontranszportlánc működését.

15. Melyik folyamat tud végbe menni az alábbiak közül egy olyan harántcsíkolt izomrostban, ahol a cianidionok teljesen leállították az elektrontranszportláncot?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. A piroszőlősav képződése a glikolízis során.
- B. A szén-dioxid képződése a citromsavciklus során.
- C. Az oxigénfelhasználás a terminális oxidáció során.
- D. A vízképződés a terminális oxidáció során.
- E. ATP szintézis a terminális oxidáció során.

AZ IZOMMŰKÖDÉS MECHANIKÁJA (3 PONT)

Archibald Hill az izomműködés kutatásának úttörője volt. Már 1922-ben elnyerte az élettani Nobel-díjat, de ezután is folytatta kutatásait. 1938-ban írta le az izomösszehúzódás sebességének és az izom által adott sebességnél kifejtett maximális erőnek kapcsolatát bemutató összefüggést. (Az izomösszehúzódás sebessége azt adja meg, mennyivel rövidül az izom adott idő alatt.)

$$(v+b) \cdot (F+a) = b \cdot (F_0+a)$$

v = az izomösszehúzódás sebessége

F = az adott sebességnél kifejtett maximális erő

F_0 = az izom által kifejtethető legnagyobb erő

a, b = az egyenlet paraméterei, adott izom esetében állandónak tekinthetők

16. Milyen függvénnyel írható le az izomösszehúzódás sebessége és az adott sebességnél kifejtett maximális erő közötti összefüggés az egyenlet alapján?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. egyenes (lineáris)
- B. parabola
- C. exponenciális
- D. logaritmikus
- E. hiperbola

17. Mekkora sebességhez tartozik az F_0 erő az egyenlet alapján?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Az izomösszehúzódás sebessége 0.
- B. Az izomösszehúzódás sebessége maximális.
- C. Az izomösszehúzódás sebessége pont a maximum fele.
- D. Az „a” paraméter értékétől függ: minél nagyobb az „a” értéke, annál kisebb az F_0 -hoz tartozó sebesség.
- E. A „b” paraméter értékétől függ: minél nagyobb a „b” értéke, annál nagyobb az F_0 -hoz tartozó sebesség.

18. Mi lehet az egyenlet által leírt összefüggés magyarázata?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. A tartós, nagy erejű munkavégzés miatt lecsökken az izom oxigénszintje, emiatt kisebb erőt tud kifejteni.
- B. Lassú izomösszehúzódás esetén több izomrost dolgozik, mint amikor gyorsan húzódik össze az izom.
- C. Lassú izomösszehúzódás esetén több ponton kapcsolódnak egy adott időpontban az aktin és a miozin szálak, mint nagyobb sebességű összehúzódáskor.
- D. Lassú izomösszehúzódás esetén nagyobb erőt fejt ki egy-egy miozin fej az aktinszálra, mint gyors összehúzódáskor.
- E. Lassú izomösszehúzódás esetén egy ATP felhasználásával nagyobb erőt tud egy miozin molekula kifejteni, mint gyors összehúzódáskor.

A VÉRÜNKBEN VAN (9 PONT)

19. Egy normál vérnyomású ember vérnyomás értékeit jegyezték fel a következő, kisbetűkkel jelölt érszakaszokban:

- a. májvéna
- b. patkóbél hajszálerei
- c. aorta
- d. alsó üres testvéna
- e. májkapu véna

Melyik válasz írja le helyesen vérnyomás szerint csökkenő sorrendben az érszakaszok betűjeleit? Mindegyik érszakasznál az átlagos értéket vegye figyelembe!

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. cdbea
- B. cbead
- C. caedb
- D. bcdae
- E. ceadb

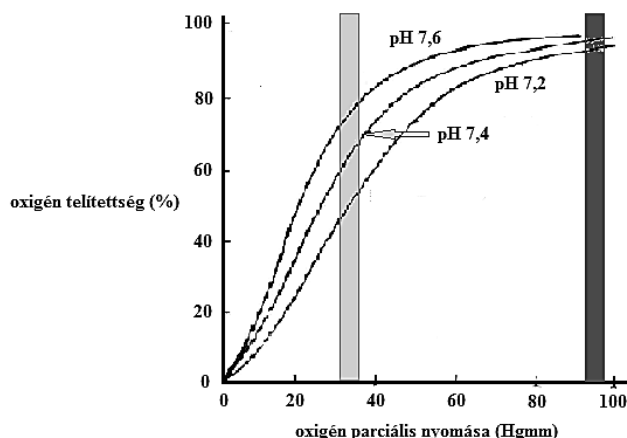
A normál hemoglobin (HbA) 2 db α - és 2 db β -láncból épül össze. Mindegyik lánc tartalmaz egy-egy hem részt is. A magzati hemoglobin (HbF) a normál hemoglobintól abban különbözik, hogy a β -láncok helyett 2 db γ -láncot tartalmaz. Az oxigénköti – nem fehérje jellegű – részek tekintetében nincs eltérés az egyes láncok között.

20. Melyik sor írja le helyesen azt, hogy az egyes molekulák maximálisan hány oxigént képesek megkötni egymáshoz képest?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. HbA = mioglobin = HbF
- B. mioglobin > HbF > HbA
- C. mioglobin < HbF < HbA
- D. mioglobin < HbA = HbF
- E. mioglobin = HbA < HbF

A következő ábra a HbA oxigéntelítési görbét mutatja be három, az emberi vérkeringésre normál fiziológiai körülmények között jellemző pH-n. A pH 7,6-nak megfelelő görbét a szakirodalom „balra tolt”, a pH 7,2-n jellemző görbét „jobbra tolt”-nak hívja. Balra tolja a görbét a lúgosabb kémhatás és az alacsonyabb hőmérséklet; jobbra tolja a savasabb kémhatás és a magasabb hőmérséklet. Az egyik sávval a tüdővénában, a másik sávval a tüdőartériában jellemző oxigén parciális nyomás értékeket jeleztük.

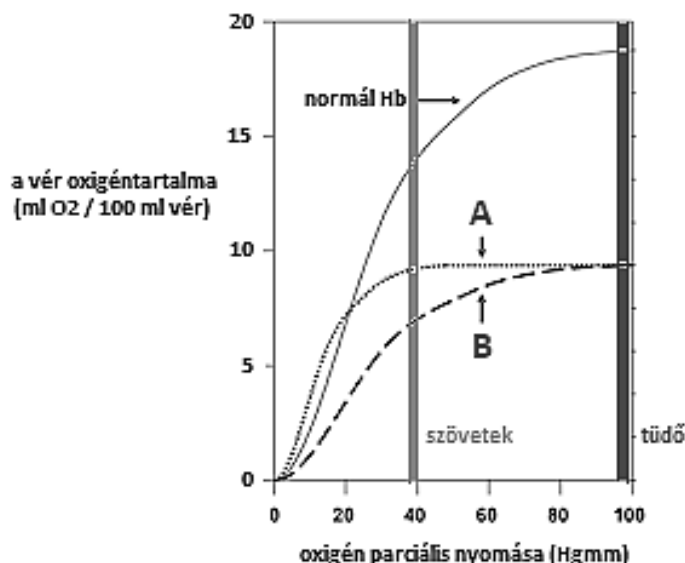


21. Mely állítások igazak a fentiek alapján?

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

- A. Az agyi artériákban a hemoglobin oxigén telítettsége 85% alatt van.
- B. Ha sokáig visszatartjuk a lélegzetünket, nő a vér pH-ja, ezért javul a hemoglobin oxigén leadása.
- C. Ha sokáig visszatartjuk a lélegzetünket, csökken a vér pH-ja, ezért a hemoglobin könnyebben vesz fel oxigént a tüdőben.
- D. Láz esetén nő a nagyvérkörben a hemoglobin oxigénleadása.
- E. A kihűlt testben megnő a hemoglobin oxigéntároló képessége, és nő a nagyvérkörü szerveknek leadott oxigén mennyisége is.
- F. Télen – normálisan felöltözött embert feltételezve – az arc bőrének vénáiban magasabb a vér oxigéntelítettsége, mint a mellkas bőrvénáiban.
- G. A szív vénáiban az oxigéntelítettség 80%-nál magasabb érték.

A mellékelt ábrán látható, hogy a szén-monoxid-mérgezés esetén a CO hemoglobinhoz kötődése miatt csökken az oxigént szállítani képes molekulák száma és megváltozik a hemoglobin oxigénkötési görbéje is. A sarlósejtes vérszegénység jelentősen csökkenti a maximális oxigénkötő képességet, de mégis kisebb élettani problémát okoz, mint egy olyan fokú CO-mérgezés, amely a maximális oxigénkötő képességet ugyanarra az értékre (50%-ra) csökkenti. A normál eset mellett A és B betűvel jelöltük egy sarlósejtes vérszegénységben szenvedő és egy szén-monoxid-mérgezést szenvedett egyén oxigéntelítettségi görbéit (nem feltétlenül ebben a sorrendben).



22. Mely állítások igazak az előzőek alapján?

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

- A. Az „A” görbe jelöli a szén-monoxid-mérgezéses esetet.
- B. A sarlósejtes vérszegény hemoglobinja jobban köti az oxigént, mint a szén-monoxid-mérgezetté.
- C. A tüdő hajszálereiben nem vesz fel oxigént a sarlósejtes vérszegény hemoglobinja.
- D. 70 Hgmm-es oxigén parciális nyomás alatt a szén-monoxid-mérgezett hemoglobinja végig rosszabbul köti az oxigént, mint a normál hemoglobin.
- E. A sarlósejtes vérszegény hemoglobinja a szövetekben lényegében nem ad le oxigént.
- F. A sarlósejtes vérszegény hemoglobinja kb. 30%-kal több oxigént ad le a szövetekben, mint a szén-monoxid-mérgezetté.
- G. A szén-monoxid-mérgezett nagy vérköri szervei lényegében nem jutnak oxigénhez.

A sarlósejtes vérszegénységet a β -lánc egyik glutaminsavának valinra cserélődése okozza. A gén a 11. kromoszómán helyezkedik el. Tudjuk, hogy az aminosavcserét egyetlen bázis kicserélődése okozza.

23. A kodonszótár felhasználásával állapítsa meg, hogy a gén aktív szálában melyik báziscsere történt! A kodonszótárt megtalálja a **színes mellékletben (VI. ábra)**.

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. adenin cserélődött citozinra
- B. adenin cserélődött guaninra
- C. timin cserélődött adeninre
- D. timin cserélődött citozinra
- E. több megoldás lehetséges, ezért nem lehet egyértelműen megállapítani

Régebben a sarlósejtes vérszegénység alléljára homozigóta emberek nem éltek meg a felnőtt kort. A heterozigotáknál időnként megjelentek a vérszegénység tünetei (hordozók), teljesen egészségesnek csak a normál allélra nézve homozigótákat tekintjük.

24. Nézzünk egy XIX. századi közép-afrikai populációt! A felnőtt lakosság 13,45%-a hordozó. Egy 25 éves hordozó nő kétpetéjű ikerpárral várandós. Mekkora az esélye, hogy mindkét gyermek nem hordozó egészséges lesz? Adja meg az eredményt század százalék pontossággal! *Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!*

25. Mekkora volt a fenti populációban az újszülöttek között a homozigóta beteg és a teljesen egészséges gyermekek aránya? A homozigóta betegek számát vegye egységnek! A teljesen egészségesek viszonyított arányát egytized pontossággal adja meg! *Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!*

MARKEREK AZ Y KROMOSZÓMÁN (10 PONT)

26. Mely állítások igazak az alábbiak közül?

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

- a. Az Y kromoszóma az X-hez hasonlóan csak az egyik nemben öröklődik.
 - b. A B limfocitákban az immunglobulin gének kialakulásakor génátrendeződés történik az Y kromoszómán.
 - c. A hímivarsejtek kb. 50%-ában nem található meg az Y kromoszóma.
 - d. Az embereknél csak a férfiak öröklik meg az Y kromoszómát, és csak a fiaiknak tudják továbbadni.
 - e. Meiózis esetén az Y kromoszóma nem tud párba állni az X-szel, mert méretük különbözik.
- A. abce
B. acde
C. bcde
D. bd
E. cd

Az ember elterjedésének történetét többféle módon is próbálják felderíteni az utóbbi évtizedekben. Ezek egyike az Y kromoszóma bázissorrendjének vizsgálatán alapszik. A mai népcsoportok Y kromoszómáinak eltérései alapján „rátaláltak” az Y kromoszómális Ádámra, amely személy a vizsgálatok jelenlegi állása alapján nagyjából 200.000 évvel ezelőtt élt.

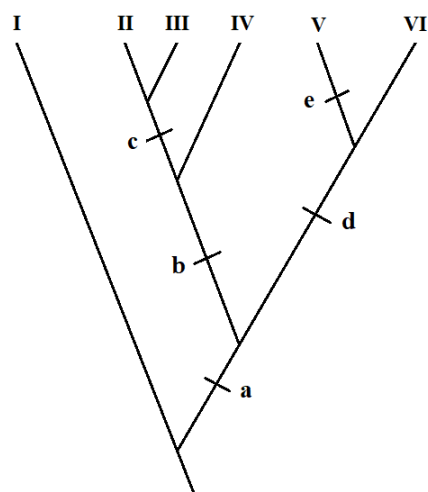
27. Melyik leírás írja le pontosan, hogy ki az Y kromoszómális Ádám, és melyik kontinensen élt? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. Minden ma élő férfi tiszta apai ági közös őse, aki Afrikában élt.
- B. Minden ma élő ember időben hozzánk legközelebb lévő közös férfi őse, aki Ázsiában élt.
- C. Minden ma élő ember időben hozzánk legközelebb lévő közös férfi őse, aki Afrikában élt.
- D. Minden ma élő férfi időben hozzánk legközelebb lévő tiszta apai ági közös őse, aki Afrikában élt.
- E. Minden ma élő férfi tiszta apai ági közös őse, aki Ázsiában élt.

A vizsgálatok során mintát vesznek különböző kontinenseken élő, őshonosnak tekinthető populációk tagjaiból, és az Y kromoszóma egyes helyein lévő speciális helyeket (markereket) keresik. Ezeket a helyeket általában M és egy szám kombinációjával jelölik (pl. M67). Az alábbi táblázat 6 különböző emberi populációban mutatja a megadott markerek meglétét vagy hiányát.

populáció	marker						
	M3	M9	M45	M122	M168	M175	M242
A	+	+	+	-	+	-	+
B	-	-	-	-	+	-	-
C	-	+	-	+	+	+	-
D	-	+	+	-	+	-	+
E	-	+	-	-	+	+	-
F	-	+	+	-	+	-	-

Az előző oldalon található adatok alapján készült ez a törzsfa, melyben feltételezzük, hogy mindegyik marker csak egyszer jelent meg, és nem történt egyik esetben sem visszaalakulás (visszautalódás). Az A-F populációknak a római számok, a markerek létrejöttének a kisbetűvel jelölt helyek felelnek meg. (A 7 marker közül csak 5 kialakulásának a helyét jeleztük.)



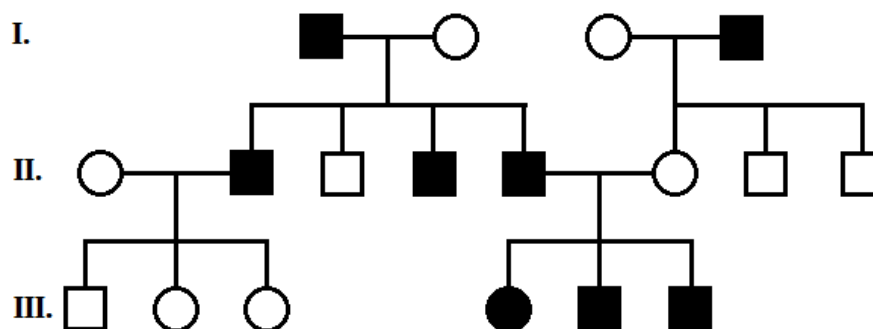
28. Melyik római számmal jelölt populáció azonos a táblázat „F”-jével? Írja le a helyes válasznak megfelelő római számot a válaszlap megfelelő helyére! Ha nem lehet egyértelműen eldönteni, akkor az összes lehetséges helyes válasznak megfelelő római számot írja le!
29. Melyik római számmal jelölt populáció azonos a táblázat „A”-jával? Írja le a helyes válasznak megfelelő római számot a válaszlap megfelelő helyére! Ha nem lehet egyértelműen eldönteni, akkor az összes lehetséges helyes válasznak megfelelő római számot írja le!
30. A törzsfa melyik kisbetűvel jelölt helyei mely markerek megjelenésének felelnek meg? Válassza ki a helyes válaszok (2) betűjeleit, és írja a válaszlap megfelelő helyére!
- A. a = M168 kialakulásának helye
 - B. b = M9 kialakulásának helye
 - C. c = M175 kialakulásának helye
 - D. d = M175 kialakulásának helye
 - E. e = M3 kialakulásának helye
 - F. b = M45 kialakulásának helye
 - G. c = M3 kialakulásának helye

A vizsgált populációk között volt közép-ázsiai, kolumbiai, és kelet-afrikai őslakos populáció is. Egyikük az I populáció, valamelyik másik a II-III-IV populációk valamelyike, a harmadik pedig az V-VI populációk egyike. A három további populáció származási helyéről nincs információnk.

31. Melyik római számmal jelölt populáció lehet a közép-ázsiai? Válassza ki azt a betűjelet, amelyik mindegyik lehetséges helyes választ tartalmazza, de nem tartalmaz hamisat!
- A. I
 - B. I vagy II vagy III vagy IV
 - C. II vagy III vagy IV
 - D. V vagy VI
 - E. II vagy III vagy IV vagy V vagy VI
32. Melyik római számmal jelölt populáció lehet a kelet-afrikai? Válassza ki azt a betűjelet, amelyik mindegyik lehetséges helyes választ tartalmazza, de nem tartalmaz hamisat!
- A. I
 - B. I vagy II vagy III vagy IV
 - C. II vagy III vagy IV
 - D. V vagy VI
 - E. II vagy III vagy IV vagy V vagy VI

Az alábbi ábra egy Y kromoszómához kötődő veserendellenesség öröklődését mutatja egy családban. Az idős rokon nem emlékszik pontosan, hogy pontosan ki volt beteg és ki nem, ezért a családfa fenotípus hibákat tartalmazhat. A veserendellenességgel rendelkező személyeket sötét színnel jelöltük. Kizárjuk a feladatban a mutáció lehetőségét.

33. Tegyük fel, hogy a családfa a lehető legkevesebb hibát tartalmazza! Hány hibás jelölés van ekkor az egyes generációkban? (Pl. I:2; II:0; III:3)
Válaszát írja a válaszlapon megfelelő helyére!

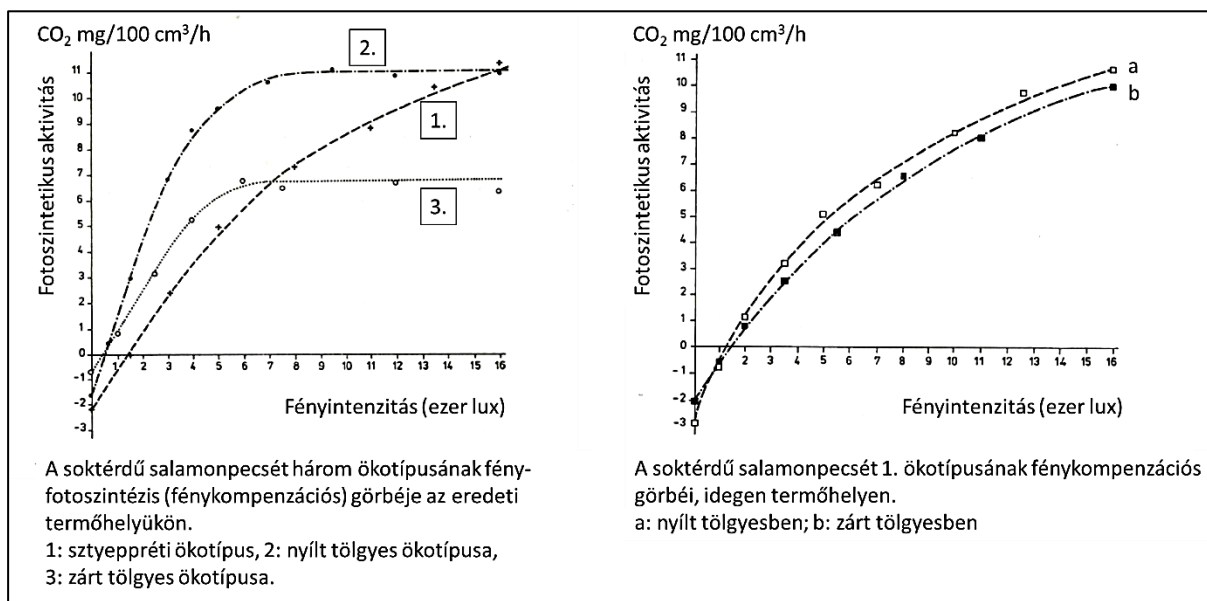


34. Mikor és mely sejtekben található meg kétszeres mennyiségben az Y kromoszóma DNS állománya? Válassza ki a nagybetűkkel jelölt válaszlehetőségek közül azt, amelyik mindegyik (kisbetűvel jelölt) igaz állítást tartalmazza, és nem tartalmaz hamisat!
- a. Hím zigóta kialakulásánál a két ivarsejt sejtmagjának összeolvadásakor.
 - b. Férfi bélhámsejtjének osztódásakor a kromatidák szétválása előtt.
 - c. Férfi T-limfocitájának osztódásakor a kromatidák szétválásakor.
 - d. Hímivarsejt képződésekor az átkereszteződés (crossing over) időpontjában.
- A. abcd
 - B. ab
 - C. bcd
 - D. bc
 - E. cd

ÖKOLÓGIAI ÖSSZEFÜGGÉSEK (15 PONT)

Az élőlények helyi feltételekhez vagy termőhelyhez alkalmazkodott öröklődő változatait *ökotípusoknak* nevezzük. Az ökotípus nem rendszertani kategória, tulajdonképpen egy fajon belüli, bizonyos genetikai sajátosságokat mutató populációról van szó.

Fekete Gábor botanikus a soktérű salamonpecsét (*Polygonatum odoratum*) populációit vizsgálta (1974). Átültetési kísérletekkel három ökotípust azonosított: sztyeppréten, nyílt és zárt tölgyesben élő. Vizsgálatainak eredményeit, az egyes ökotípusok fénykompenzációs (fény-fotoszintézis) görbéit a mellékelt ábrák foglalják össze.



35. Mely megállapítások igazak a fénykompenzációs görbékre?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

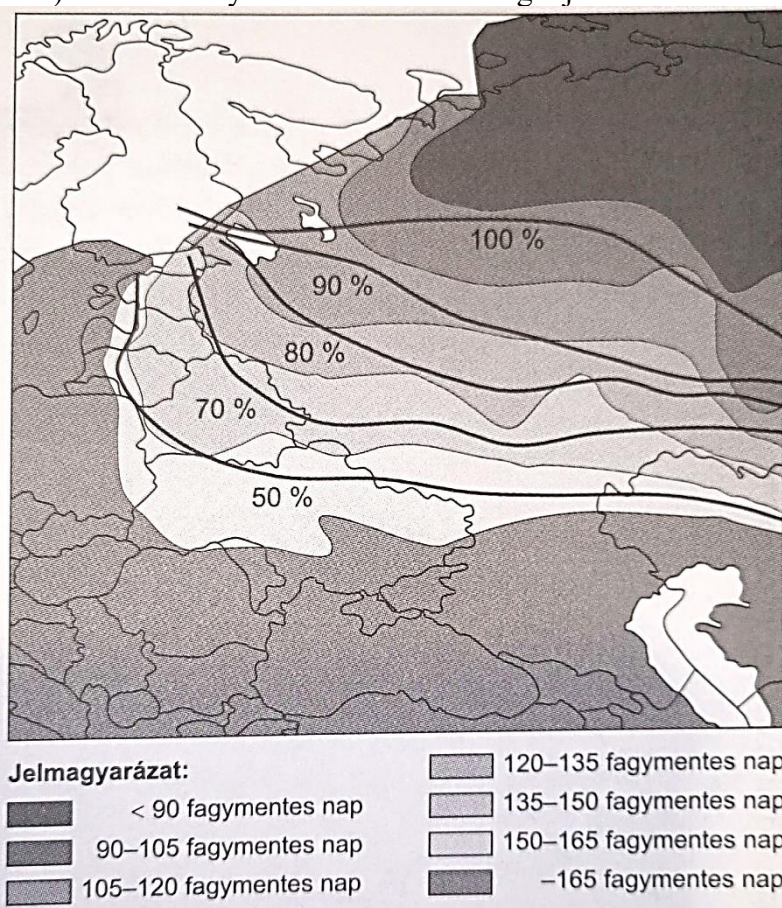
- A. Az 1-3. jelű görbéknek van egy kezdeti exponenciális, majd egy lineáris szakasza is.
- B. A fotoszintézis mértékét (fotoszintetikus aktivitás) a megkötött CO₂ felület- és időegységre vonatkoztatott mennyiségében adja meg.
- C. A fénykompenzációs pont (ahol a görbe az x tengelyt metszi) azt a fényerőértéket jelenti, ahol a CO₂-megkötés mértéke megegyezik a növény O₂-termelésének mértékével.
- D. Az adott növény fénykompenzációs görbéje segíthet annak eldöntésében, hogy fénykedvelő vagy árnyéktűrő.
- E. Az igen alacsony fényerőnél mérhető negatív fotoszintetikus aktivitás a fényhiányos körülményekre jellemző extrém mértékű légzésnek köszönhető.

36. Mely megállapítások igazak a soktérű salamonpecsét ökotípusaira a vizsgálatok alapján?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. A nyílt és zárt tölgyes ökotípusának fénykompenzációs görbéje ugyanazon lux értéknél éri el telítődési pontját.
- B. A nyílt és zárt tölgyerdőbe átültetett sztyeppréti ökotípus fénykompenzációs görbéi a tölgyesek ökotípusainak fénykompenzációs görbéihez hasonló telítődést mutatnak.
- C. A legkevésbé árnyékos élőhelyen élő ökotípus fénykompenzációs pontja a legmagasabb.
- D. A fénykedvelő ökotípus fénytélítési pontja a legalacsonyabb.
- E. Ha az árnyéktűrő ökotípus egyedait átültetnénk a fénykedvelő ökotípus termőhelyére, pár nap alatt az összes elpusztulna.

Egy hazai botanikus kertben arra voltak kíváncsiak, hogy van-e bármiféle differenciálódás a különböző földrajzi szélességű területekről származó erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) egyedek növekedésében. Ehhez az erdeifenyő kelet-európai elterjedési területéről származó egyedein vizsgálták az őszi csúcsrügy képződés folyamatát, vagyis az aktív vegetációs időszak befejezését a származási területek hőösszegviszonyaival összefüggésben. (Hőösszeg: a tenyészidőszak napjainak napi középhőmérsékleteinek az összege. Tenyészidőszak = fagymentes időszak.) Az eredményeket az alábbi ábra foglalja össze.



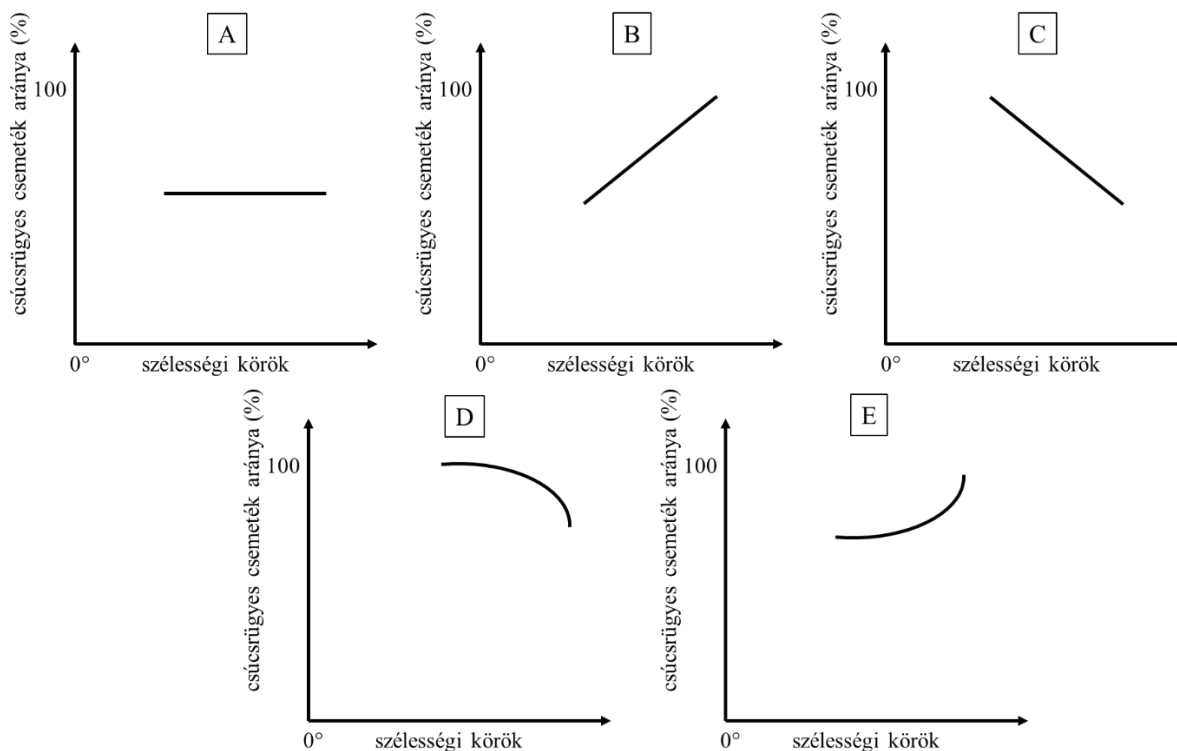
Egyéves erdeifenyő csemeték csúcsrügyképzése Magyarországon. A vonalak által lehatárolt területek egy szeptember eleji időpontban a csúcsrüggyel rendelkező csemeték százalékos arányát adják meg. A különböző szürke hátterek az éves fagymentes napok számát jelölik.

37. Melyik megállapítások igazak az ábra alapján?

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

- A. A hazai botanikus kertben nevelt, különböző szélességi körökről származó csemeték már alkalmazkodtak a kárpát-medencei viszonyokhoz, így nem találtak összefüggést a hőösszegviszonyok és a csúcsrügyképzés között.
- B. A csúcsrügyképzés nem is a szélességi körök szerint változik, hanem inkább a hosszúsági körök szerint.
- C. A délebbi elterjedésű ökotípusok hamarabb befejezik a növekedést, mint az északiak.
- D. A fagymentes napok száma és a terület hőösszege között fordított arányosság van.
- E. A csemeték növekedésének leállása szoros összefüggést mutat a származási hely hőösszegviszonyaival.
- F. Amikor az északi ökotípus egyedei már mind befejezték a növekedést, a délebből származó egyedek egy része még nem rendelkezik csúcsrüggyel.
- G. A csúcsrügyképzés időpontja nem azon múlik, hogy mikor végződnek a fagyos napok az évben, hanem, hogy mikor kezdődnek.

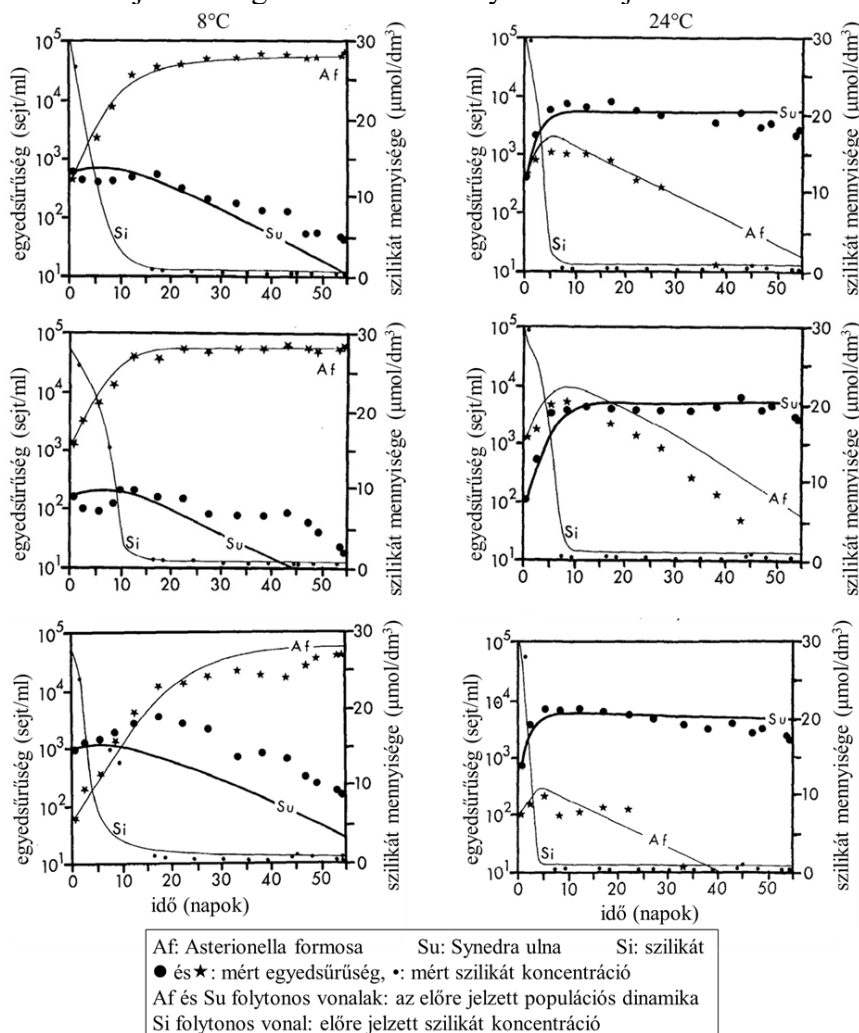
38. Melyik görbe mutatja be helyesen a Fekete- és a Kaszpi-tengertől északra fekvő sávban (a leírt kísérletben) szeptember eleji időpontban az erdeifenyő csemeték csúcsrügyképzése és a szélességi körök közötti összefüggést? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*



Tilman és munkatársai (1981) a kovamoszatok versengését tanulmányozták. Munkájuk során az *Asterionella formosa* és a *Synedra ulna* kovamoszattfajokat használták.

A tenyészetet 250 ml-es műanyag edényben gondozták, a moszatsejtek anyagcseréjéhez szükséges tápanyagokat minden nap pótolták, a kiindulási SiO_2 mennyiség 8 és 24°C -on $27,8 \mu\text{mol/dm}^3$, 20°C -on pedig $21,3 \mu\text{mol/dm}^3$ volt.

39. A két faj versengésének eredményét mutatja be az alábbi ábra 8 és 24°C -on.

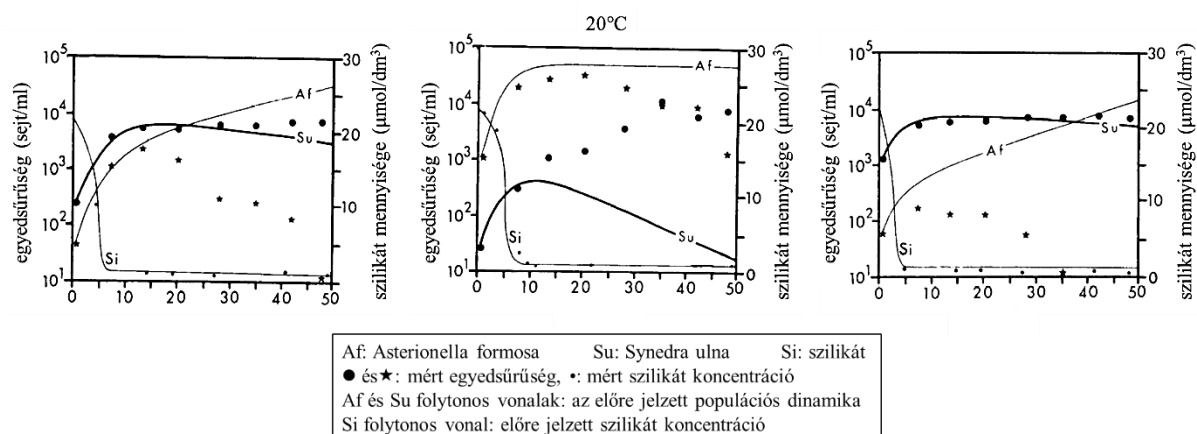


Mit állapíthatunk meg a két kovamoszattfaj versengéséről?

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

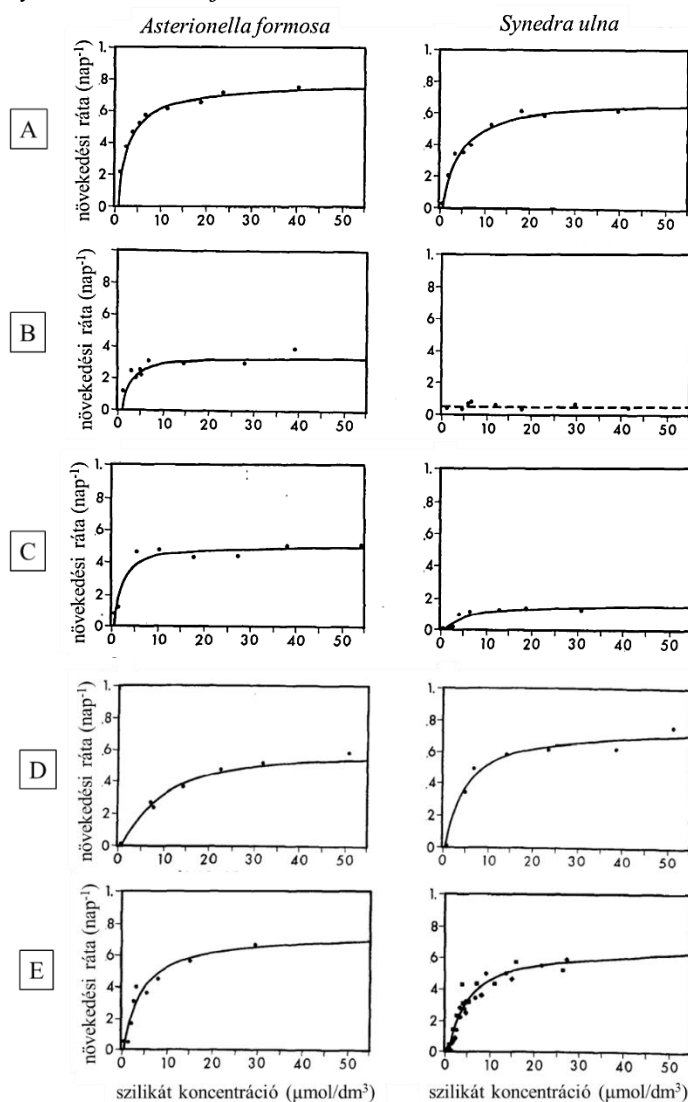
- A. A két kovamoszattfaj versengéséből mindig ugyanaz a faj kerül ki győztesen.
- B. A két kovamoszattfaj versengése a magasabb hőmérsékletű helyekért zajlik.
- C. Egyetlen abiotikus szabályozó tényező (a SiO_2 mennyisége) mellett a versengő kovamoszat populációk közül csak az egyik maradhat fent.
- D. A két kovamoszattfaj tápanyag hasznosításának mértéke eltérő a különböző hőmérsékleteken.
- E. A Gause-elv ebben a kísérletben csak 24°C -on érvényesül.
- F. A két kovamoszattfaj kiindulási egyedsűrűsége is befolyásolja a kompetíció végkimenetelét mindkét hőmérsékleten.
- G. A 8 és 24°C -on kapott kísérleti eredményekből következik, hogy 16°C -on a két moszattfaj (minden más kísérleti körülmény változatlanul hagyása mellett) biztosan együtt tud élni egymással egy tenyészetben.

Az alábbi ábra a két faj versengésének eredményét mutatja be 20°C-on, különböző kiindulási feltételek mellett.



40. Az alábbi ábrák az egyes kovamosztafajoknak különböző hőmérsékleteken megvalósuló szilikátfüggő növekedési rátáit mutatják be külön-külön nevelt tenyészetekben (nem feltétlenül a kísérleti hőmérséklet növekvő vagy csökkenő sorrendjében!). Melyik az a grafikon pár, amelyből a fenti, 20°C-on végzett kompetíciós kísérletnek az előrejelzéseit végezhették, illetve magyarázhatja a kísérlet végkimenetelét is?

Válassza ki a helyes választ betűjelét!

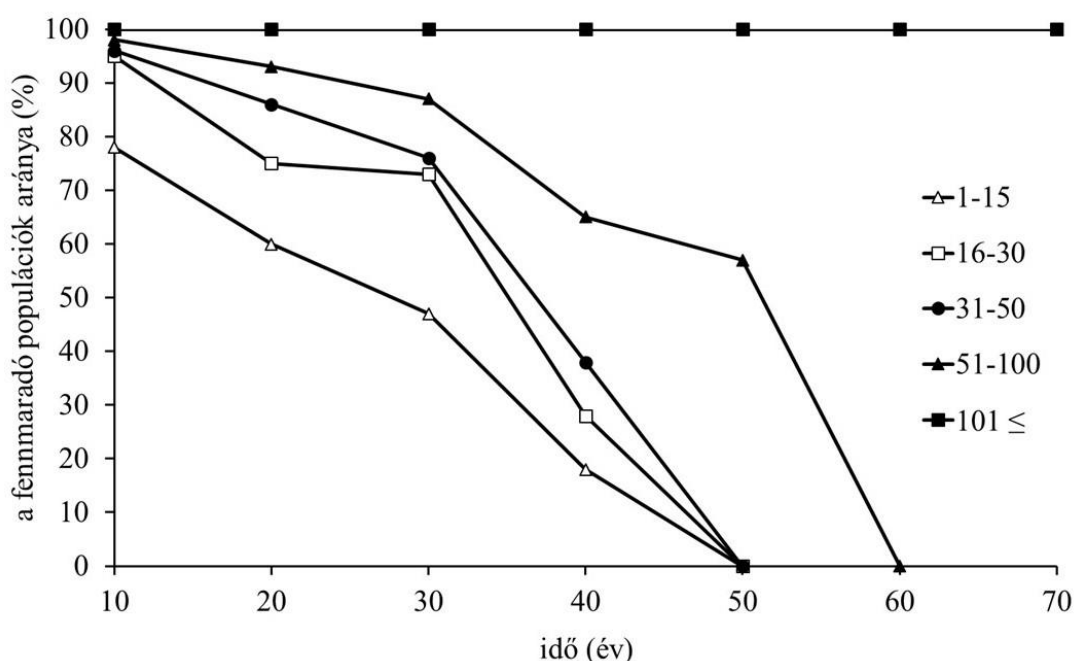


Természetvédelmi szempontból nagyon fontos, hogy tudjuk az egyes fajok esetében, mekkora az a populációméret, ami még lehetővé teszi a faj populációinak hosszútávú fennmaradását. A legkisebb életképes populáció (MVP – minimum viable population) fogalmát Shaffer vezette be, ő így definiálta: „A minimális életképes populáció az adott faj adott élőhelyen előforduló olyan legkisebb méretű populációja, amelynek 99%-os esélye van arra, hogy az előre látható, statisztikai valószínűségen alapuló demográfiai, környezeti és genetikai hatások, valamint a természeti katasztrófák ellenére 1000 évig fennmaradjon.” (Természetesen az esetleges, hogy 99%, 95%-os esélyt és 1000 vagy 500 évet adunk meg a definícióban. A lényeg, hogy kvantitatív becslést tudjunk adni arra vonatkozóan, hogy a populáció életképességéhez hány egyed szükséges.)

41. A vastagszarvú juhokra (*Ovis canadensis*) vonatkozó MVP meghatározása 120 populáció hosszútávú megfigyelésén alapult. A megfigyeléseket összefoglaló eredményeket az alábbi grafikon mutatja. (N = populációk kiindulási egyedszáma)

Melyik megállapítás igaz a vastagszarvú juhok fennmaradásával kapcsolatban?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!



- A. A $91 \leq N \leq 100$ már megfelel a Shaffer-féle MVP meghatározásnak.
- B. Ha $N=1-15$, akkor 20 éven belül a populációk közel 60%-a kihal.
- C. A vastagszarvú juhok MVP mérete 51 egyed.
- D. $N < 50$ esetén a kihalás oka a letális mutációk kialakulása és a letális allélok gyakoriságának generációról generációra történő növekedése.
- E. Az egyes populációk kipusztulásának hátterében különböző okok is állhattak.

A populációk túlélése szempontjából fontos a genetikai diverzitás fennmaradása is, hogy elkerülhető legyen a beltenyésztéses leromlás. A genetikai diverzitás kifejezhető a lókuszonkénti (egy génre vonatkoztatott) és az egész genomra vonatkoztatott átlagos heterozigóciával, ami a heterozigóták lókuszonkénti átlagos gyakorisága. Másképpen annak a valószínűsége, hogy véletlenszerűen kiválasztva egy egyed egy lókusztát, azt heterozigótának találjuk.

42. Egy vadló populációban a vizsgált 20 génből csak 4 esetében találtak 2 allélt, a többi lókuszra nézve a populáció egyedei csak egyféle alléllal rendelkeztek. A vadló populációt Hardy-Weinberg egyensúlyi genotípusos összetétel jellemzi. Mekkora a vizsgált génekre vonatkoztatott heterozigócia mértéke, ha az alábbi táblázatban látható, a 4 lókuszra vonatkoztatott allélgyakoriságok a következők? *Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!*

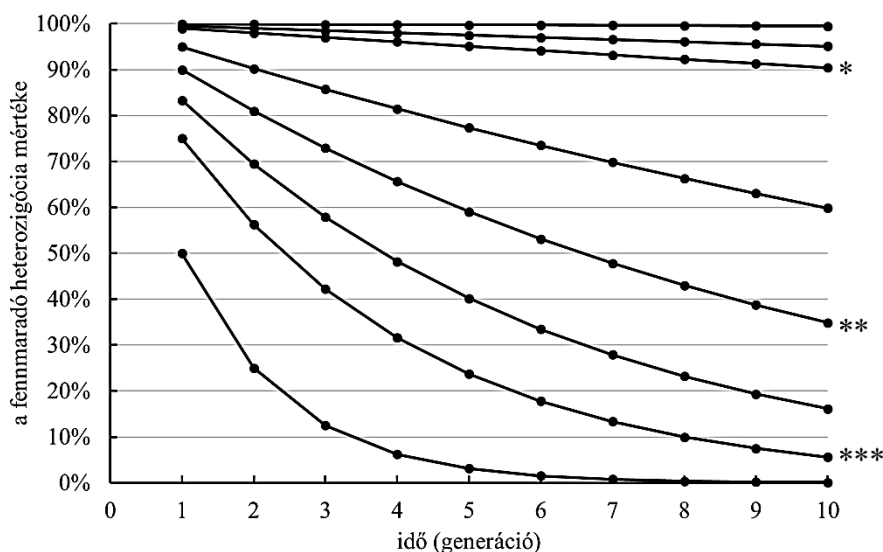
allélgyakoriságok:	lókusz_1	lókusz_2	lókusz_3	lókusz_4
p	0,8	0,55	0,93	0,1
q	0,2	0,45	0,07	0,9

Wright szerint egy izolált populációban, ahol minden génnek (lókusznak) két allélja van, az eredeti heterozigócia (H_0) egy generáció múlva (H_1) a következő egyenlettel számolható ki:

$$H_1 = H_0 \left(1 - \frac{1}{2N_e}\right)$$

ahol N_e az effektív populációméret.

43. Mekkora volt a kiindulási effektív populációmérete az ábrán megjelölt populációknak? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*



	*	**	***
A.	100	10	3
B.	50	5	2
C.	50	10	2
D.	1000	10	4
E.	100	5	2

Továbbá azt is figyelembe kell venni, hogy egy populációban nem minden egyed szaporodik azonos eséllyel eltérő egészségi állapotuk, koruk vagy szociális helyzetük miatt. Emiatt a populáció ténylegesen szaporodó egyedeinek a száma, az *effektív populációméret* (N_e) kisebb lehet, mint az összegyedszám (N).

Különböző okok miatt a vadon élő populációkban eltérő lehet a hímek és nőtények aránya. Befolyásolhatja az effektív populációméretet egy adott állatfaj párosodási rendszere is (pl. monogámia, háremtartás).

Egy állatpopulációban az alábbi képlet segítségével tudjuk meghatározni az effektív populációméretet:

$$N_e = \frac{4N_m N_f}{(N_m + N_f)}$$

ahol N_m a szaporodó hím egyedek, N_f a szaporodó nőtények száma.

44. Melyik megállapítás igaz a leírtak és a fenti egyenlet alapján?

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

- A. A monogám párokban élő vadludak esetén az effektív populációméret (N_e) a populáció összegyedszámának (N) a fele.
- B. Háremtartó hímek esetében a populációban minél kisebb a szaporodó hímek és a szaporodó nőtények egyedszámának aránya, annál nagyobb az N/N_e arány.
- C. Ha egy populációban a szaporodó hím : nőtény arány 1/3-ról harmadára csökken, akkor az N/N_e is a harmadára csökken.
- D. Magas összegyedszám esetén a háremet tartó oroszlánfókák populációiban (egy hímre kb. 25-40 nőtény jut) az effektív populációméret megközelíti az összegyedszámot (N/N_e arány kicsi).
- E. Az 50:50%-os ivararány eltolódása csökkenti a beltenyésztés kialakulásának esélyét.
- F. Mivel a genetikai változatosság mértéke N_e -től függ, a genetikai leromlás nagy összegyedszámú populációkban is okozhat fennmaradási problémákat.
- G. A kisméretű populációk túlélése szempontjából mindegy, hogy a hímekből vagy a nőtényekből van több egyed.

Sok fajra jellemző (pl. egyéves növények, rovarfajok, kételtűek), hogy a populációméret az egymást követő generációkban jelentősen ingadozik. Ebben az esetben az effektív populációméret az alábbi összefüggés szerint adható meg:

$$N_e = \frac{t}{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} + \frac{1}{N_3} + \dots + \frac{1}{N_t}}$$

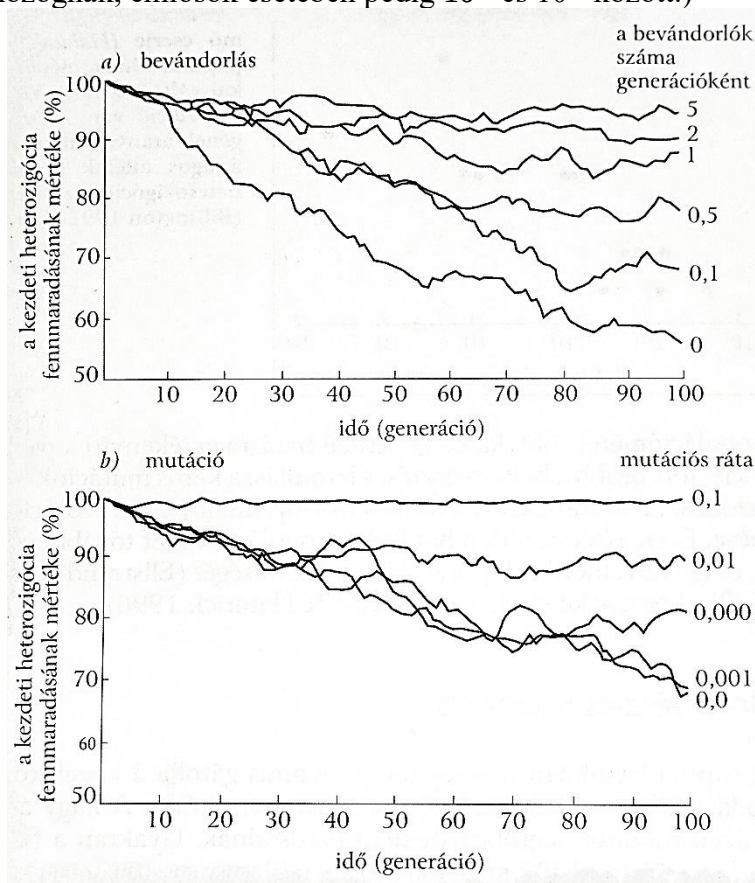
ahol $N_1, 2, \dots, t$ = az 1., 2., a t.-ik generáció egyedszáma, t = a generációk száma.

45. Ismeretei és a megadott képletek alapján melyik megállapítás igaz az ilyen módon viselkedő populációkra? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A genetikai változatosság fenntartása szempontjából a nagyobb egyedszámú évek a döntőek, mert azokban a generációkban van nagyobb esély újabb allélok kialakulására.
- B. Ha egy réten egy sáskafaj populáció esetében az egymást követő 6 évben (generációban) a létszám 100, 50, 200, 40, 160, 200 szaporodó egyed, akkor az N_e nagyobb, mint az egyes évek populációméretének számtani átlaga.
- C. A kis létszámú generációkon érvényesülő palacknyakhatás a későbbi, nagyobb létszámú generációk genetikai változatosságára is kifejti hatását.
- D. A heterozigócia csökkenése nincs hatással a populáció egyedeinek átlagos rátermettségére (fitneszére).
- E. Az alapító hatás más esetekben kedvezőtlen következményeivel nem kell számolni ezeknél a populációknál a természetvédelmi gyakorlatban, mert a kis létszámú alapító populáció már a következő generációban nagy létszámú lehet.

A természetes populációkban a migráció és a mutáció ellensúlyozhatja a genetikai sodródás hatását. Az alábbi ábra a bevándorlás és a mutáció szimulált hatását mutatja be a genetikai változatosságra (heterozigóciára) – 25 szimuláció átlagos eredménye, $N_e = 120$ esetén.

(Az ábrán látható 10^{-4} mutációs ráta esetén a megnövekedett heterozigótaság a véletlennek köszönhető, nem pedig a mutáció hatásának, ld. a magasabb, 10^{-3} mutációs ráta szimulációját. A természetben a mutációs ráták az eukariótákban génenként és generációnként jellemzően 10^{-8} és 10^{-4} között mozognak, emlősök esetében pedig 10^{-6} és 10^{-4} között.)



46. A leírtak és az ábra alapján melyik hamis az alábbi megállapítások közül?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

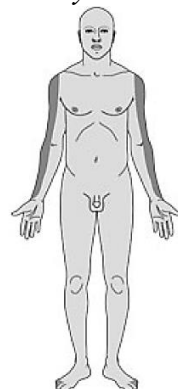
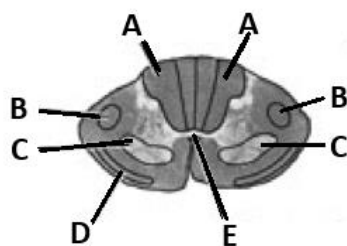
- A. A 100 egyednél kisebb természetes populációkban a mutáció nem képes ellensúlyozni a genetikai sodródás miatt csökkenő változatosságot.
- B. A kismértékű bevándorlás (1-2 fő /generáció) is sokat segít még a kis méretű ($N \approx 100$) populációk esetében is a genetikai változatosság fenntartásában.
- C. Az óceánok kisebb szigetein megtelepedő populációk genetikai változatosságának fennmaradásában nagyobb szerepet játszik a kontinenshez való közelség, mint a mutációs ráta.
- D. A szimulációban a két generációnként bevándorló egy egyed akadályozza meg ugyanakkora mértékben a heterozigócia csökkenését, mint a 10^{-3} valószínűségű mutáció.
- E. A mutáció kevésbé hatékony a genetikai sodródás hatásának ellensúlyozásában, mint a bevándorlás.

PROBLÉMAFELADATOK (15 PONT)

47. A színes mellékletben látható I. ábra a magzati keringés sematikus ábrázolását mutatja. A nyilak a vér áramlási irányát jelzik a testrészek közötti érszakaszokban.

Írja a válaszlap megfelelő helyére az összes olyan számot (összesen hármat), amely olyan szakasz véráramlását mutatja, amely egy felnőtt keringési rendszerében már nincs jelen! (Helytelen szám(ok) leírása vagy hiányzó szám(ok) esetén nem jár az 1 pont.)

48. A gerincvelő mely helye(i)n lévő sérülése okozza azt, hogy az ábrán látható, sátirozott karterületeken az ember nem érez fájdalmat? Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

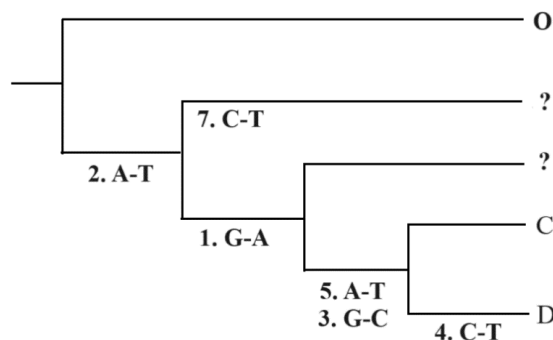


- A. Az „A”-val jelölt helyeken.
B. A „B”-vel jelölt helyek bármelyikén.
C. A „C”-vel jelölt helyeken.
D. A „D”-vel jelölt helyen.
E. Az „E”-vel jelölt helyen.

49. A táblázat adatai alapján készült törzsfában a nagybetűkkel jelölt öt faj közül hármat berajzoltunk. Az ágakra öt helyen bejelöltük, hogy hányadik nukleotid pozícióban milyen változás történt az adott faj kialakulásához.

Legkevesebb hány változást nem jelöltünk be a törzsfán? (Vegye figyelembe, hogy egy ághoz több változás is tartozhat!) A legkevesebb változtatással jusson el az egyes fajokig! A megfelelő számot írja a válaszlap megfelelő helyére!

	Nukleotid pozíció							
Fajok	1	2	3	4	5	6	7	8
Külcsoport (O)	G	A	T	C	A	G	C	C
A	G	T	A	C	A	G	T	C
B	A	G	G	C	A	G	C	C
C	A	G	C	C	T	A	C	C
D	A	G	C	T	T	G	C	C

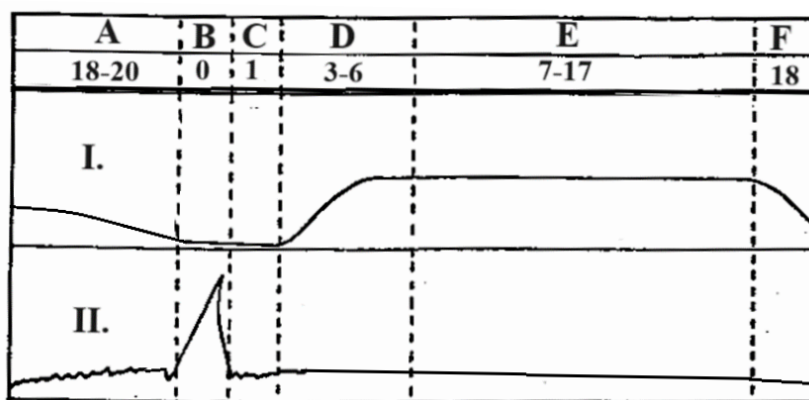


50. Kívülről is jól látható jelek alapján az emlősök nemi ciklusának két fő típusa különíthető el. Elsőként említendő ezek közül az ösztroz (ivarzási) ciklus, ami általában 21 napos. Az ösztroz ciklust több részre osztják, a ciklus hosszát 0. naptól számolják. A nőtények az ovuláció körüli időszakban jellegzetes, jól felismerhető viselkedést mutatnak, a ciklus ösztroz stádiumában. Csak ilyenkor fogadják el a hímek közeledését és ekkor hajlandóak párosodni. A legtöbb fajban ilyenkor következik be az ovuláció, és a típus jellemző az összes házi és a legtöbb vadon élő emlősfajra (kivéve a szarvasmarhát, ahol ez 12-16 órával később történik). A másik fő típus a főemlősökre jellemző ún. menstruációs ciklus, ami, fajtól függően átlagosan 28-34 napig tart. A nemi ciklus 2 fő típusában a hormonális szabályozás alapelvei megegyeznek.

Az alábbi ábrán az I. és II. görbe a két fő petefészek-hormon (vérben mérhető) koncentrációjának a ciklus során történő változását mutatja. A 2. sorban azt tüntették fel, hogy az adott szakasz a ciklus hányadik napjától hányadik napjáig tart.).

Melyik betűvel jelzett időszakban volt a szarvasmarha tehén ovulációja?

A helyes válasz betűjelét írja a válaszlap megfelelő helyére!



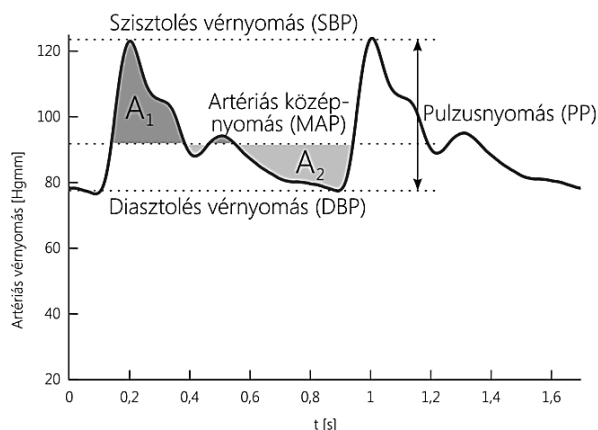
51. Egyes idegsejtek axonjában nincsenek feszültségfüggő K^+ -csatornák. Hogyan változna meg az akciós potenciál alakja, ha a második szakaszában nem nyílnának ki a K^+ -csatornák (de a többi folyamat változatlan maradna)?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Gyorsabban lezajlana a repolarizáció, tehát meredekebb lenne ez a szakasz.
 - B. Elmarad a hiperpolarizációs szakasz.
 - C. Nem lenne repolarizáció, a sejt végig depolarizált állapotban maradna a csúcspotenciál körüli értéken, amit egy közel vízszintes szakasz jellemez.
 - D. A Na^+ -ion egyensúlyi potenciál értékénél „megszakadna” a görbe.
 - E. A K^+ -ion egyensúlyi potenciál értékénél „megszakadna” a görbe.
52. Az alábbiak közül melyik állítás helytelen az idegsejt elektromos tulajdonságára vonatkozóan? Válassza ki a helyes válasz betűjelét!
- A. Az egyensúlyi potenciál értéke függ attól, hogy a káliumionok milyen gyorsan képesek átjutni a membránon.
 - B. Ha a sejten kívüli térben hirtelen megnövelnénk a K^+ -koncentrációt, a sejt depolarizálna.
 - C. A küszöb alatti ingerekre a potenciálváltozás nagysága arányos az inger erősségével.
 - D. A küszöb feletti ingerekre a potenciálváltozás nagysága nem függ az inger erősségétől.
 - E. A membránpotenciál lehetséges maximuma a Na^+ -ion egyensúlyi potenciálja.

53. Tanulmányozza az alábbi ábrát!

A kamrai összehúzódásoknak megfelelő maximális értéket szisztolés nyomásnak (SBP), míg a minimális értéket diasztolés nyomásnak (DBP) nevezzük. Artériás középnyomásnak (MAP) az egy szív ciklusra vonatkozó átlagos artériás nyomást tekintjük.



Melyik számítási módszer adja meg legpontosabban a MAP értéket?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. $(DPP+SBP)/2$
- B. $DPP+SBP/8$
- C. $(760-775) + (DPP+SBP)/2$
- D. $DBP + (SBP-DBP)/3$
- E. $0,2 (SBP) + 0,9 (DBP)$

A következő két feladatban (54-55. feladat) egy anyag visszaszívásának a sebességére vagyunk kíváncsiak. Tudjuk, hogy az anyag 30%-ban kötődik a plazmafehérjékhez, és csak a szűrletképzés során jut a vese csatornarendszerébe. Továbbá ismerjük a következő adatokat:

Paraméterek, adatok	
V= az 1 perc alatt kiürített vizeletmennyiség	értéke = 1 ml/perc
U= az inulin koncentrációja a vizeletben	értéke = 12 g/ml
Pi= az inulin koncentrációja a vérplazmában	értéke = 100 mg/ml
P _B = a B anyag koncentrációja a vérplazmában	értéke = 10 mg/ml
U _B = a B anyag koncentrációja a vizeletben	értéke = 10 mg/ml

Clearance-en (C) azt a ml-ben kifejezett vérplazma mennyiséget értjük, amelyet a vese 1 perc alatt az illető anyagtól megtisztít. Az alábbi egyenletben U= az 1 ml vizeletben foglalt anyagmennyiség, V= az 1 perc alatt kiürített vizeletmennyiség, P= az 1 ml vérplazmában lévő anyagmennyiség.

$$C = \frac{U \cdot V}{P}$$

Ha C-t egy olyan anyagra nézzük, ami nem szívódik vissza és nem szekretálódik, tehát nem jut a szűrletképzés után a vérből az elvezető csatornába (pl. inulin), akkor megkapjuk az 1 perc alatt képződő szűrlet mennyiségét, a GFR-t. Egy anyag szűrt mennyisége a GFR és az illető anyag vérplazmabeli koncentrációjának szorzata, míg kiválasztott mennyisége a $V \times U_B$.

54. Mekkora a GFR értéke a fentiek alapján? Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. 240 ml/perc
- B. 2400 ml/perc
- C. 120 ml/perc
- D. 1200 ml/perc
- E. 0,12 ml/perc

55. Mekkora az említett anyag visszaszívásának a sebessége mg/perc mértékegységben megadva? Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

56. A Salmonella kétféle ostorának kifejeződése

Tanulmányozza a színes mellékletben található II. ábrát!

A Salmonella ostorai flagellin fehérje alegységekből épülnek fel. A Salmonella kétféle flagellin gént tartalmaz (az ábrán fljB és fliC), de csak az egyiket fejezi ki adott időben. Általában 1000 osztódás után vált ostortípust, amikor is a másik gén fejeződik ki, és a másik géntermék az ostor építőegysége. A váltás abszolút és reverzibilis. Az fljB gén együtt íródik át az fliA génnel (közös mRNS), az fliA terméke egy represszor (gátló) fehérje.

A hin gén 993 bázispár hosszú és egy rekombinááz enzimet kódol. A gén két végét egy-egy 26 bázispár hosszú, ellentétes (fordított) irányú terminális ismétlődés határolja, a hixL és a hixR. A rekombináció úgy megy végbe, hogy a hin fehérje egy, a Fis nevű fehérjefaktorral együtt meghajlítja a két hix régió közötti DNS szakaszt (kb. fordított U alakban, lásd b. ábra), így a hix szakaszok egymás közelébe jutnak. A hin rekombinááz kb. középen hasítja a két hix régiót és így alakulnak ki a rekombináció során összekapcsolódó végek.

A leírtak és az ábra alapján mely állítások igazak az alábbiak közül?

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

- A. A fliA gén szabályozza a flagellin átalakulását fliC-ből fljB-vé.
- B. A hix régiók közötti rekombináció a közöttük lévő DNS szakasz irányának a megfordulását okozza.
- C. A baktérium kétféle flagellin képzése nem befolyásolja a baktérium megbetegítő képességének mértékét.
- D. A hix régiók közötti rekombináció nem befolyásolja a hin gén megnyilvánulását.
- E. A hin rekombinááz legalább 331 aminosavból épül fel.
- F. A hixR átíródását a fljB és a fliA közös promotere határozza meg.
- G. A represszor régió a saját promoterét is képes gátlani.

A következő két feladatban (57-58. feladat) a PCR módszert és olvadási görbéket tanulmányozunk.

A PCR módszer egy fejlettebb változata a Real-Time PCR (Valós-idejű PCR). Egyik változatánál egy, a kettős szálú DNS-hez kötődő festéket alkalmaznak, ami kötött állapotban, megfelelő hullámhosszú fénnel besugározva fluoreszkál. Ha a PCR ciklusok során történik DNS sokszorozás, akkor a fluoreszcencia mértéke nő. A módszer hátulütője, hogy az általunk nagy elővigyázatossággal megtervezett primerek egy másik részét is sokszorozhatják DNS-nek, ami szintén hasonló fluoreszcencia emelkedést eredményez a csőben. Ezért a PCR reakció után meg kell bizonyosodni arról, hogy a megfelelő szekvenciát sokszoroztuk-e fel. Egyik módszere ennek a Real-Time PCR gépek beépített funkciója, a „melting curve”. Itt a gép folyamatosan emeli a hőmérsékletet és közben detektálja a fluoreszcencia-változást. A melegítés során detektálható fluoreszcencia kirajzol egy olvadási görbét („melting curve”), melynek negatív deriváltjáról könnyen leolvasható az olvadási hőmérséklet. A melegítés hatására a DNS két szála fokozatosan elválik egymástól.

A DNS olvadáspontjánál a DNS szál fele kettős, fele egyszálú.

A derivált a függvénygörbe (adott pontjához húzott) érintőjének meredeksége. Minél jobban változik a függvény egy adott szakaszon, annál nagyobb a derivált. Ha az adott f függvény egy intervallum minden pontjában deriválható, akkor azt a függvényt, amelyik minden x ponthoz a függvény x pontban kapott deriváltját rendeli, deriváltfüggvénynek nevezzük. Ha a függvény deriváltja pozitív, akkor a függvény nő, ha a függvény deriváltja negatív, akkor a függvény csökken.

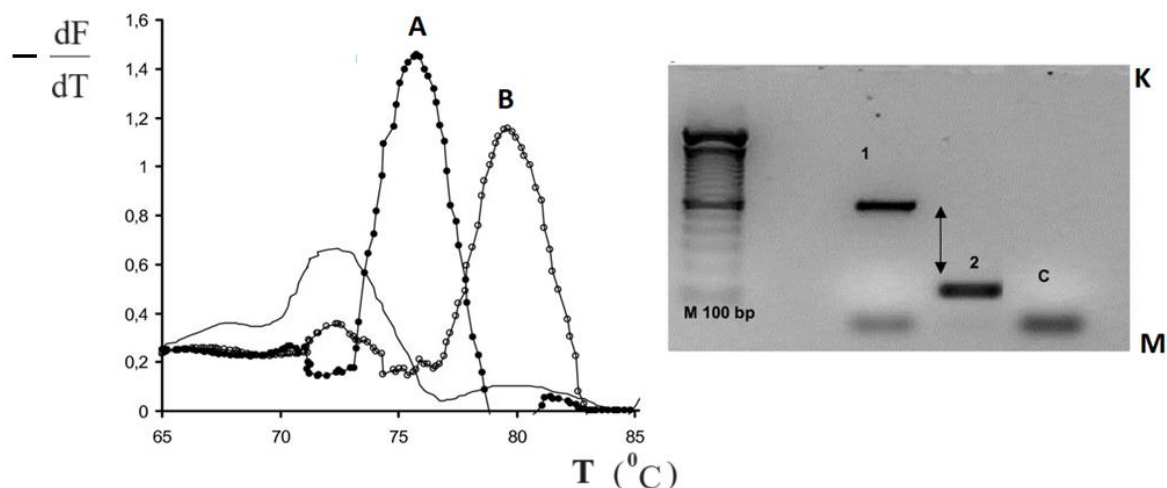
A másik módszer a PCR-cső tartalmának agaróz gélen való futtatása. A két módszer együttes alkalmazásával egyértelműen megbizonyosodhatunk arról, hogy hány termék okozta a fluoreszcencia-változást, illetve a termék mérete alapján megbizonyosodhatunk arról, hogy a kívánt részt sokszoroztuk-e fel.

A következőkben leírt vizsgálat célja az volt, hogy molekuláris biológiai módszerrel megkülönböztessék egy fontos szájüregi patogén baktérium, az *Actinobacillus actinomycetemcomitans* két különböző genotípusát (652 és JP2). A genotípusok az *ltx* gén promoter hosszában különböznek. A két genotípus egy fontos patogén fehérjefaktor, a leukotoxin (*ltx*) expressziójában emiatt mutat különbséget. Ennek bizonyítására (valós idejű) PCR eljárást végeztek az *ltx* operonon. A leukotoxint egy négy génből álló operon fejezi ki (*ltxC*, *ltxA*, *ltxB*, *ltxD*). Az *ltxA* a funkcionális toxin, míg a fennmaradó három gén a leukotoxin aktiválásához és szállításához szükséges. Az *ltx* különböző transzkripciós szintjei függhetnek egy specifikus, 530 bp hosszúságú szekvenciától az *ltx* promoter régióban, ami alacsonyabb expresszióhoz és toxicitáshoz vezet (652-es törzs). Ha ezt a régiót töröljük (ez a JP2 törzs), több mRNS termelődik, így gyorsabb lesz az *ltx*-termelés, mint a 652-es törzsben, ezért úgy tűnik, ez a felelős a fokozott patogenitásért.

Tekintse meg az alábbi ábrákat, ahol mind a két említett módszert alkalmazták a PCR termékek jellemzésére!

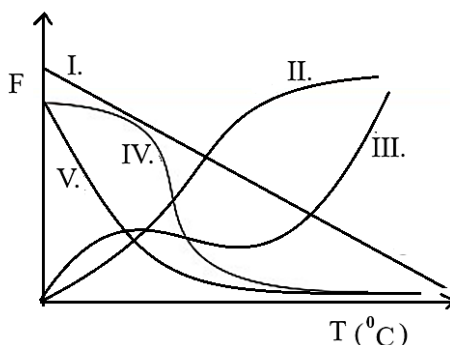
A valós idejű PCR olvadási görbék derivált függvényei és agaróz-gélelektroforézis eredményei különböző *Actinobacillus actinomycetemcomitans* genotípusokat tartalmazó nyálrekonstrukciós mintákból származnak. A gélképen a C jelű sáv (negatív) kontrollként primer dimer (összekapcsolódott primer párok) termékek. A grafikonon az olvadási görbék deriváltfüggvényei láthatók. Az olvadási görbe negatív első deriváltjának ($-dF/dT$) grafikonja (vagyis minden x ponthoz a függvény x pontban kapott első deriváltjának (-1) -szeresét rendeljük) a fluoreszcencia változásának sebességét mutatja.

A grafikon további értelmezéséhez segítséget ad a következő feladat megoldása.



57. Az alábbi függvénygörbék közül melyik mutatja általánosságban a DNS olvadási görbét? A x tengelyen a hőmérsékletet, az y tengelyen a fluoreszcencia intenzitását jelölték. (Vegye figyelembe, hogy ilyen függvények meredekségi görbét és a negatív szorzatát használták arra, hogy az „A” illetve „B” jelű görbéket megkaphassák!)

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!



- A. I. B. II. C. III. D. IV. E. V.

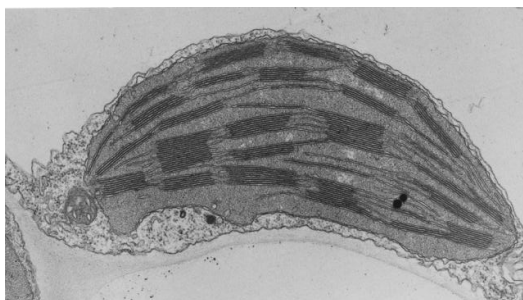
58. Melyik állítások igazak?

Válassza ki a helyes válaszok (3) betűjeleit, és írja a válaszlapon megfelelő helyére!

- A. A megtervezett primerekkel mindkét esetben specifikusan csak a kívánt DNS-szakaszokat sokszorozták fel.
- B. Az „A”-jelű görbe az 1-es számú gélfuttatáshoz tartozik.
- C. A „B” jelű görbe a 652-es genotípus PCR termékének olvadási görbe deriváltja.
- D. A kibocsátott fluoreszcencia jel intenzitása a „B”-jelű görbével jellemzett DNS esetében 78 °C-on ugyanakkora, mint 82 °C-on.
- E. A „C”-vel jelölt futtatási sáv DNS-ének olvadáspontja kb. 73 °C.
- F. A gélfuttatás iránya alulról felfelé (M-től K irányába) történt.
- G. A két genotípus kimutatására két különböző primer párt alkalmaztak.
- H. 78 °C-os hőmérsékletnél (ahol az „A” és a „B” görbe keresztezi egymást), az „A” és a „B” DNS kettős spiráljainak száma megegyezik.
- I. A JP2 genotípus vizsgált DNS szakaszának magasabb a GC tartalma, mint a 652-es törzsnek, ezért lehetséges, hogy a különböző DNS-szakaszok ellenére közel azonos (5 °C) az olvadáspontjuk.

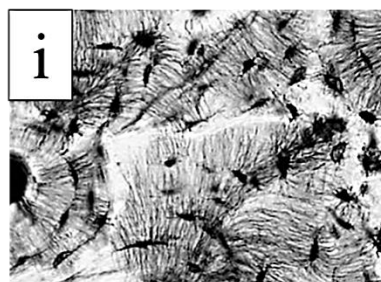
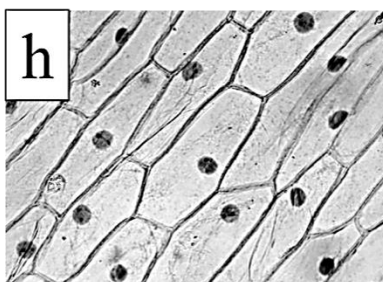
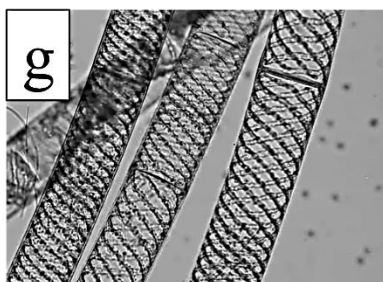
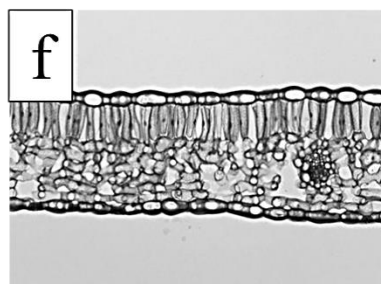
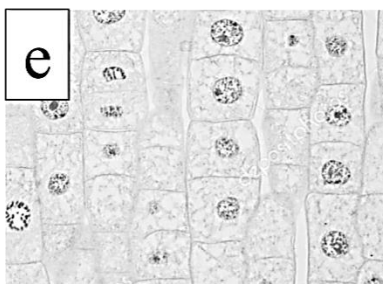
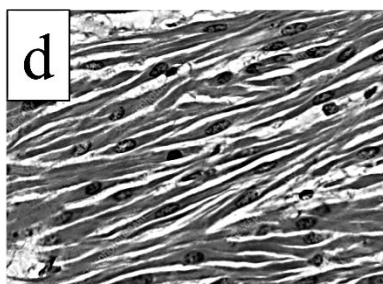
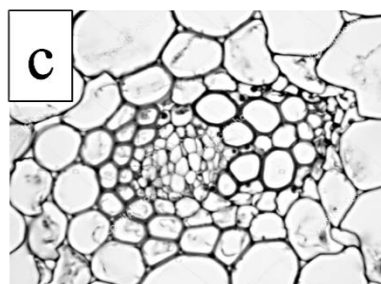
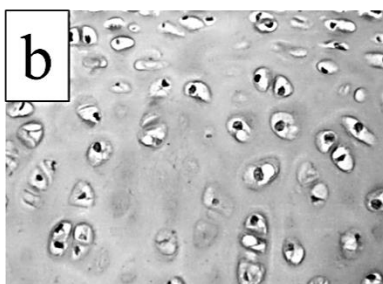
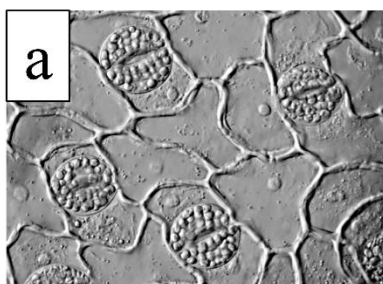
MIKROSKÓPOS PILLANATOK (5 PONT)

59. Az alábbi képen egy sejtszervecsről készült elektronmikroszkópos felvétel látható:



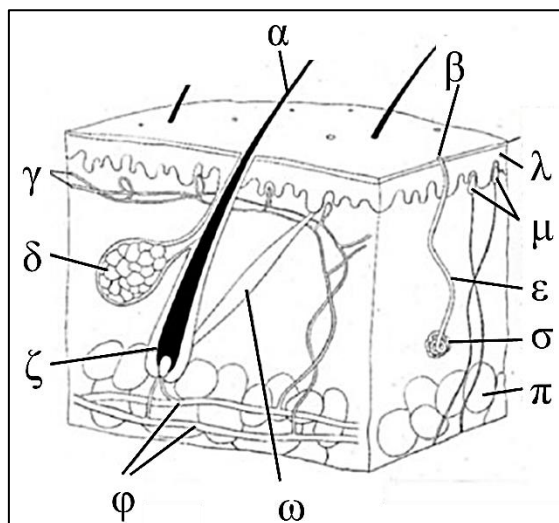
Az alábbiak közül melyik fénymikroszkópos felvételen vannak olyan sejtek, amelyekben megtalálható ez a sejtalkotó?

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



- A. abeh
- B. acefgh
- C. afg
- D. bceghi
- E. bdfg

A következő két feladat (60-61. feladat) az emberi bőr felépítésével kapcsolatos. Az alábbi rajz a bőrünk felépítését mutatja be. **A színes melléklet III. ábrája** pedig a bőr (rajzon megjelölt) részeiről készült fénymikroszkópos felvételeket mutatja.



60. Melyik válasz tartalmaz kizárólag helyes párosítást abból a szempontból, hogy ugyanazt a struktúrát mutatják a rajzon, illetve a fénymikroszkópos felvételen?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. δ-b, μ-e, ζ-d
- B. λ-a, δ-c, σ-g
- C. δ-g, π-c, ω-h
- D. σ-c, π-e, φ-d
- E. δ-f, φ-e, ζ-h

61. Melyik válasz tartalmaz kizárólag helyes párosítást abból a szempontból, hogy ugyanazt a struktúrát mutatják a rajzon, illetve a fénymikroszkópos felvételen?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. γ-i, ε-e, μ-a
- B. π-b, δ-c, ω-f
- C. φ-i, δ-g, σ-c
- D. γ-e, φ-i, μ-f
- E. ω-h, π-c, λ-g

62. Tanulmányozza a **színes melléklet IV. ábráján** látható képeket! Melyik az az elektronmikroszkópos kép, amelyik nem azt a részletet mutatja a fénymikroszkópos képen, amellyel össze van kötve?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. I.
- B. II.
- C. III.
- D. IV.
- E. V.

63. Tanulmányozza a **színes melléklet V. ábráját!** Mely anatómiai képletek ismerhetők fel a mikroszkópos képen? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. artéria, véna, hörgő, légóhólyagocska
- B. bélbohóly, zsírszövet, artéria, véna, nyirokér
- C. légóhólyagocska, hörgőcske, artéria, véna
- D. májsejtek, epevezeték, artéria, májkapuvéna, központi véna
- E. külső és belső elválasztású mirigyvégekamrák, mirigykivezető csövek

Egy mikroszkóp lencserendszerének feloldási határa az a legkisebb d távolság, amely távolságra elhelyezkedő tárgypontok még különálló képpontokként képeződnek le. A felbontóképesség ennek a távolságnak a reciproka. Egy lencse feloldási határát az Abbé-féle képlettel számíthatjuk ki:

$$d = 0,61 \cdot \frac{\lambda_v}{(n \cdot \sin\theta)}$$

ahol:

d a feloldási határ,

λ_v a használt sugárzás vákuumbeli hullámhossza,

n a lencse és a tárgy közötti közeg törésmutatója (ez fénymikroszkópnál lehet levegő, illetve víz vagy cédrusolajimmerzió),

θ a lencse félnyílásszöge (apertúra, rekesz, blende),

$n \cdot \sin\theta$ szorzat elnevezése a numerikus apertúra.

64. Mely megállapítások igazak a fénymikroszkóp felbontóképességére? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A felbontóképesség növelhető a megvilágító fény hullámhosszának növelésével.
- B. A felbontóképesség növelhető a numerikus apertúra csökkentésével.
- C. A mikroszkóp felbontóképességét alapvetően az objektív (tárgylencse) felbontóképessége határozza meg, az okulár (szemlencse) nagyítása azt már nem tudja növelni.
- D. A felbontóképesség (f) kiszámítható az $f = 1/d$ képlettel.
- E. A nagyítás növelése növeli a felbontóképességet.

VÁLASZLAP

1. A B C D E

2. A B C D E

3.

4. A B C D E

5. A B C D E

6.

7. A B C D E

8. A B C D E

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. mV

14.

15. A B C D E

16. A B C D E

17. A B C D E

18. A B C D E

19. A B C D E

20. A B C D E

21.

22.

23. A B C D E

24. %

25.

26. A B C D E

27. A B C D E

28.

29.

30.

31. A B C D E

32. A B C D E

33. I: II: III:

34. A B C D E

35. A B C D E

36. A B C D E

37.

38. A B C D E

39.

40. A B C D E

41. A B C D E

42.

43. A B C D E

44.

45. A B C D E

46. A B C D E

47.

48. A B C D E

49.

50.

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. _____ mg/perc

56. _____

57. A B C D E

58. _____

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. A B C D E

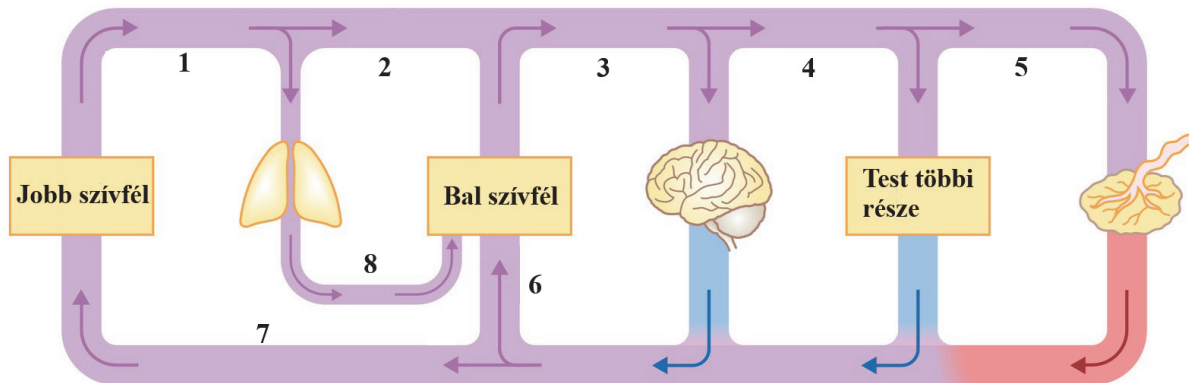
64. A B C D E

A jó válaszok száma:

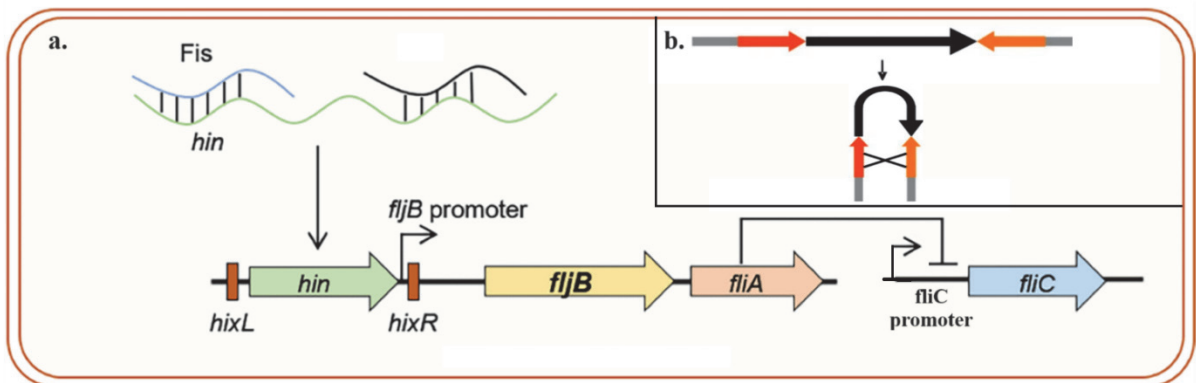
A rossz válaszok száma:

MELLÉKLET

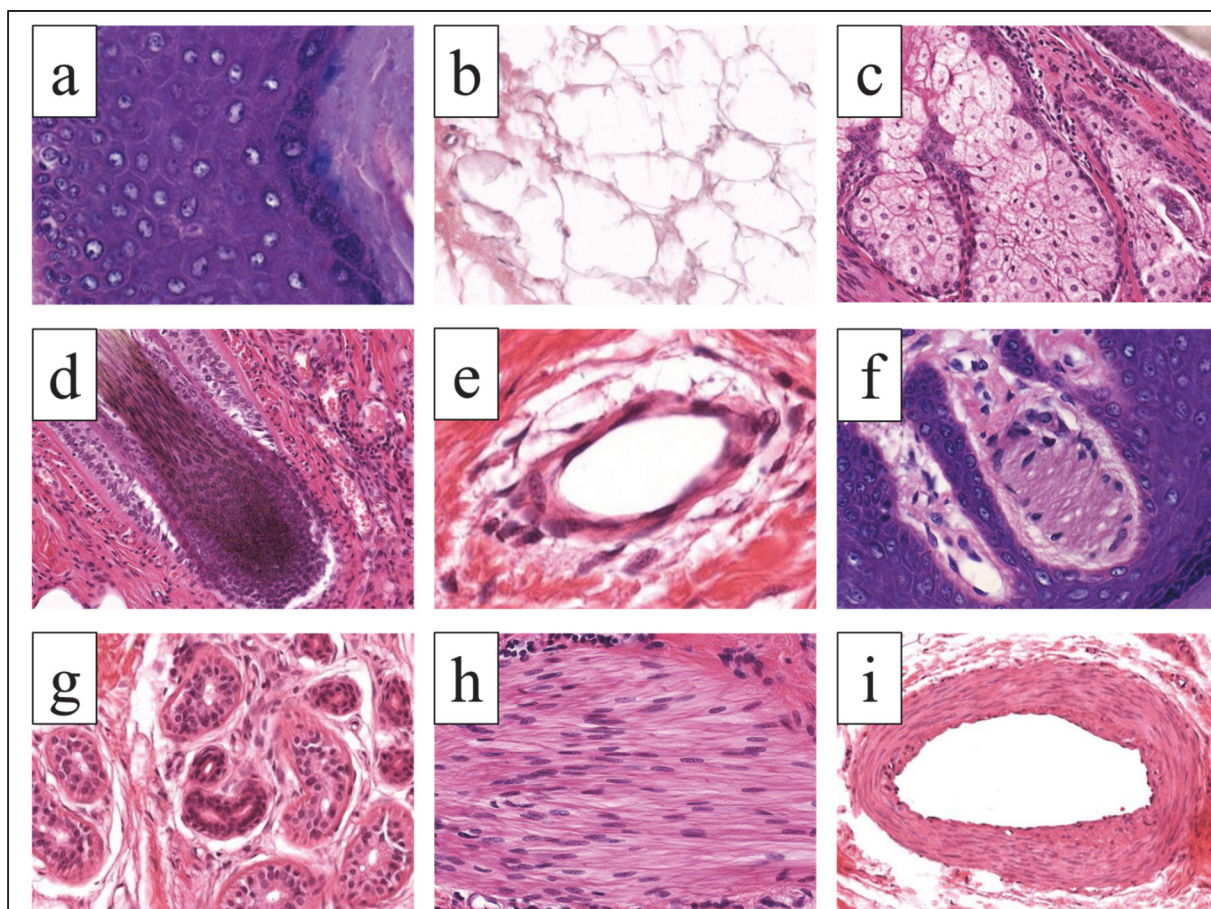
I. ÁBRA PROBLÉMAFELADATOK 47. FELADAT



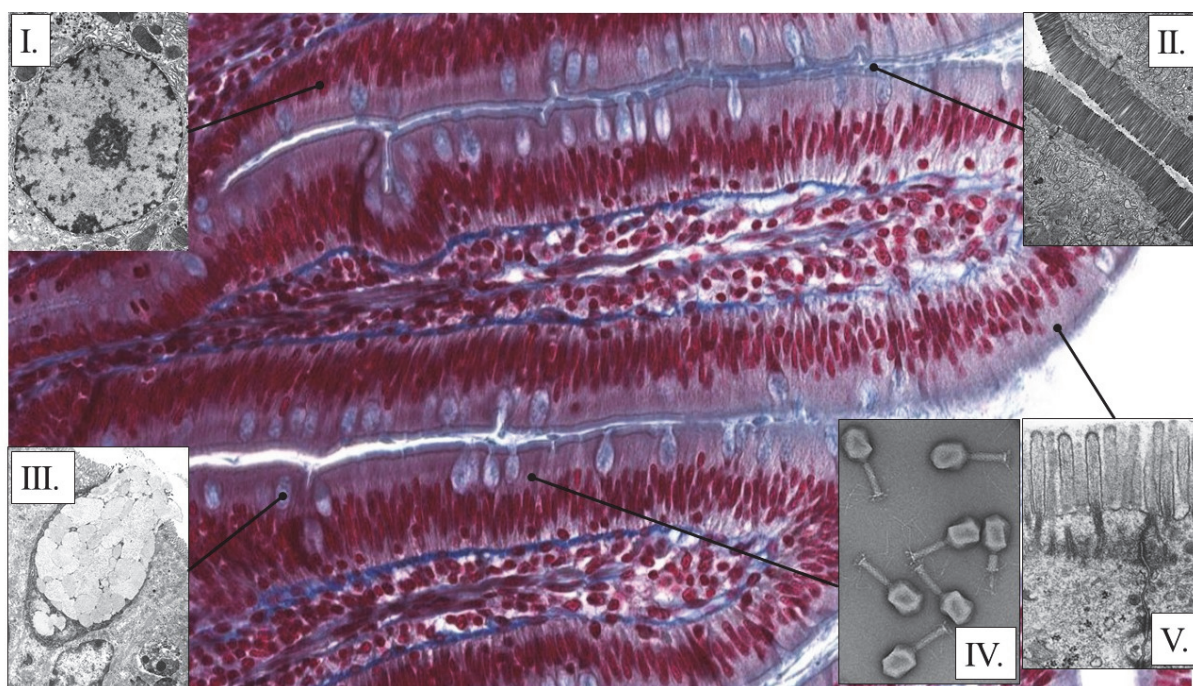
II. ÁBRA PROBLÉMAFELADATOK 56. FELADAT



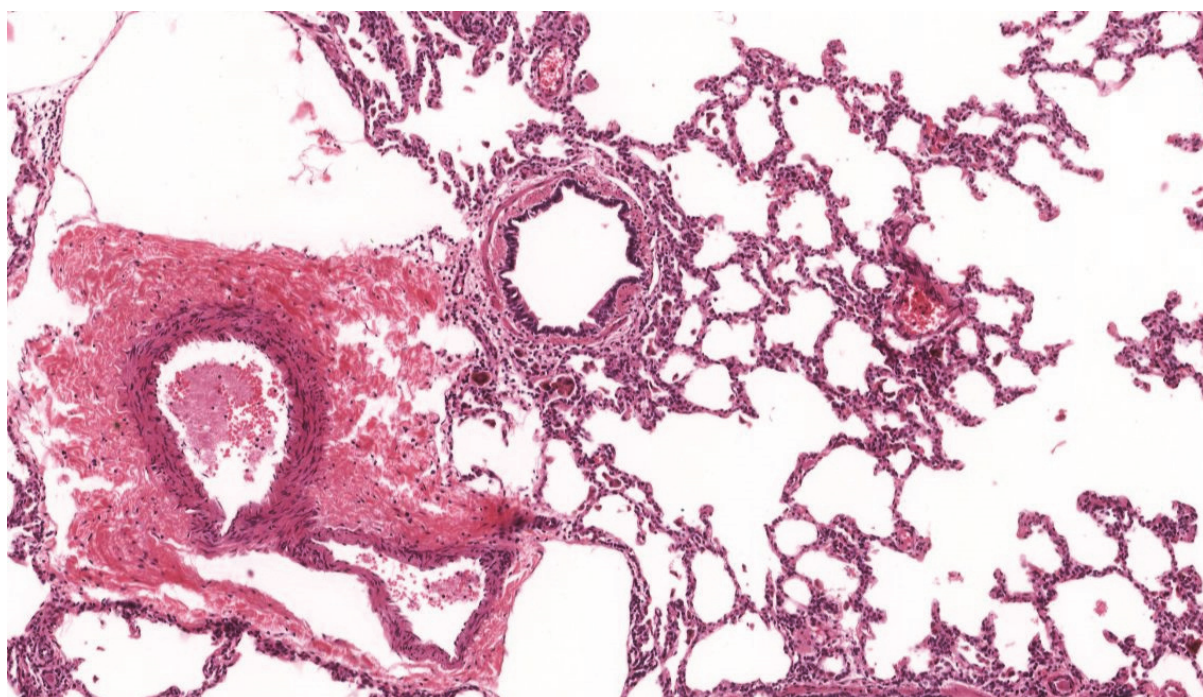
III. ÁBRA MIKROSZKÓPOS PILLANATOK 60-61. FELADAT



IV. ÁBRA MIKROSZKÓPOS PILLANATOK 62. FELADAT



V. ÁBRA MIKROSZKÓPOS PILLANATOK 63. FELADAT



VI. ÁBRA A VÉRÜNK BEN VAN 23. FELADAT

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 lánckezdő	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