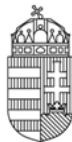


Kódszám:



OKTATÁSI HIVATAL

A 2025/2026. tanévi
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny
második forduló

BIOLÓGIA I. KATEGÓRIA
FELADATLAP ÉS VÁLASZLAP

Munkaidő: 300 perc
Elérhető pontszám: 75 pont

ÚTMUTATÓ

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

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

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

A munkalapokon 71 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-25 projekt támogatja



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



Nemzeti Tehetség
Program

**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.

METSZETEK (6 PONT)

A **színes melléklet I. ábráján** az emberi szervezet hét szervéből készült metszeteket (1–7.) lát. Az egyik szerv esetében a metszet egy-egy részletét kinagyítva is megtalálja (azonos számozású b, c jelű képek).

A válaszlapon elég a metszet (1–7.) számát megadni betűjelzés nélkül.

1. Mely metszetek készültek a légzőszervrendszer szerveiből?
A metszetek sorszámát írja a válaszlap megfelelő helyére!
2. Mely metszetek készültek a táplálkozási szervrendszer szerveiből!
A metszetek sorszámát írja a válaszlap megfelelő helyére!
3. Melyik metszeten látható (többszörös) csillós hengerhám?
A metszet sorszámát írja a válaszlap megfelelő helyére!
4. Mely metszetek tartoznak a szaporító szervrendszerhez?
A metszetek sorszámát írja a válaszlap megfelelő helyére!

A 8. metszet az aorta nyugalmi állapotban mérhető átmérőjét adja meg, a 9. ábra a szív ciklus során az aortában, a bal kamrában és a bal pitvarban bekövetkező nyomásváltozásokat ábrázolja az idő függvényében. A szisztolé során az aorta átmérője 10%-kal nő.

5. Számolja ki, hogy ha a kamrából a szisztolé során 0,98 m/s átlagsebességgel áramlik ki a vér, akkor mekkora a verőtérfogat, azaz hány cm^3 vért lök ki a bal kamra! Tekintse az aorta keresztmetszetét kör alakúnak! A számolás során az aorta bal kamrai szisztolé során mért maximális átmérőjét vegye figyelembe!
Válaszát cm^3 -ben, egy tizedesjegy pontossággal adja meg, és írja a válaszlap megfelelő helyére!
6. Hány százalékkal nő meg a bal kamrából a szisztolé során az aortába kilökött vér áramlási sebessége, ha erőltetett fizikai munka esetén a verőtérfogat a nyugalmi állapothoz a másfélszeresére nő, a kilökési idő a 40%-ára csökken, míg a szisztolé során mérhető átmérő 20%-kal nő meg.
Válaszát százalékban, egész számra kerekítve adja meg, és írja a válaszlap megfelelő helyére!

FAGYTŰRÉS (7 PONT)

7. Egy tetraploid ($4n$) kanadai fenyőfaj haploid kromoszómaszáma (n) 20. Adja meg sorrendben ...

- a. egy hímvarsejtjének,
- b. egy levél alapszöveti sejtjének,
- c. a női toboz egyik pikkelylevelének egyik sejtjének kromoszómaszámát!

Ha valamelyik biológiailag kizárható, húzzon a megfelelő helyre vízszintes vonalat!
(pl. a. -, b. 60, c. 18)

A válaszait írja a válaszlap megfelelő helyére!

Egy hexaploid ($6n$) fűfaj *des* génje a leghosszabb kromoszómán (1.) található meg. (A hat kromoszóma teljesen homológ, bármelyik bármelyikkel párba állhat a meiózis során.) A *des* egyik allélja olyan hatóanyag keletkezéséért felelős, amelynek már egyetlen allélja is ellenállóvá teszi a növényt a faggyal szemben. Ennek az allélnek a gyakorisága 0,24. A vizsgált fűfaj-populáció ideálisnak tekinthető.

8. Az egyedek mekkora hányada fagytűrő ebben a populációban?

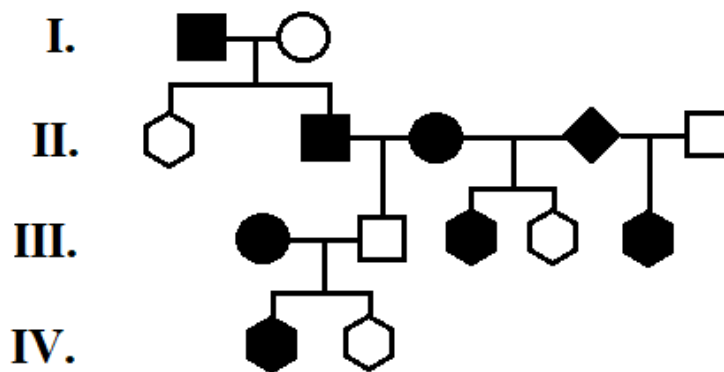
Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. $0,24^6$
- B. $(1-0,24)^6$
- C. $1-(1-0,24)^6$
- D. $1-0,24^6$
- E. $[(1-0,24) \cdot (1+0,24)]^6$

9. A fagyérzékeny egyedek hány százaléka homozigóta? (A homozigótaság itt azt jelenti, hogy mind a hat allél azonos.) *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. 100%
- B. 76%
- C. 24%
- D. 4%
- E. Adathiány miatt nem állapítható meg.

Keresztezéseket végeztek a fenti populáció egyedeivel. A következő oldalon látható családfa típusú jelölés azt jelképezi, hogy az adott egyedet „anya” vagy „apa” növényként alkalmazták-e a keresztezésben. Olyan is előfordult, hogy egy adott egyedet bizonyos keresztezésben „anya”, másokban „apa” növényként használták. Ezeket az egyedeket rombuszsal jelenítették meg. Hatszöggel ábrázolták a keresztezésben részt nem vevő egyedeket. Az alábbi családfán sötétítéssel jelölték a fagytűrő egyedeket. A *des* gén rezisztenciát okozó változatát D_1 -gyel, a másik allélt D_2 -vel jelöljük.



10. Milyen időrendi sorrendben végezheték el a kisbetűvel leírt lépéseket a II/2. és II/3. egyedek keresztezése során? Gondoljon arra, hogy teljesen egyértelműnek kellett lennie a kutatók számára, melyik utód esetén melyik egyed 100% biztonsággal az „anya”- és az „apanövény”! (A faj önbeporzásra is képes.) *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- II/2. legalább egy virágából kitépték a még éretlen porzókat.
- II/3. legalább egy virágából kitépték a még éretlen porzókat.
- II/2. legalább egy virágáról begyűjtötték a pollent.
- II/3. legalább egy virágáról begyűjtötték a pollent.
- Az a.-ban említett virágra zacskót húztak.
- A b.-ben említett virágra zacskót húztak.
- Az a.-ban említett virágról leveszik a zacskót.
- A b.-ben említett virágról leveszik a zacskót.
- A c.-ben említett virág pollenjével megporozták a b.-ben említett virágot.
- A d.-ben említett virág pollenjével megporozták az a.-ban említett virágot.

A. aedgje B. aedhif C. cfghji D. bfgjei E. bfchif

Tudjuk, hogy a III/1. egyed három, a III/5. egyed két példányban tartalmazza a fagytűrőséget okozó allélt.

11. Mely állítások igazak biztosan az alábbiak közül?

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

- Lehet, hogy az I/1. egyed homozigóta.
- A II/4. egyed legfeljebb két példányban tartalmazza a fagytűrőséget okozó allélt.
- A II/3. egyed lehet $D_1D_1D_1D_1D_2D_2$ genotípusú.
- A IV/1. egyed biztosan három domináns allélt tartalmaz.
- A II/3. és II/4. egyedek genotípusa lehet azonos.
- A I/1. egyed legalább három D_2 allélt tartalmaz.
- A II/2. egyed több D_1 allélt tartalmaz, mint az I/1. és I/2. egyedek együttvéve.

12. Melyik lehet a III/5. egyed egy pollenszemében megtalálható sejtmag genotípusa?

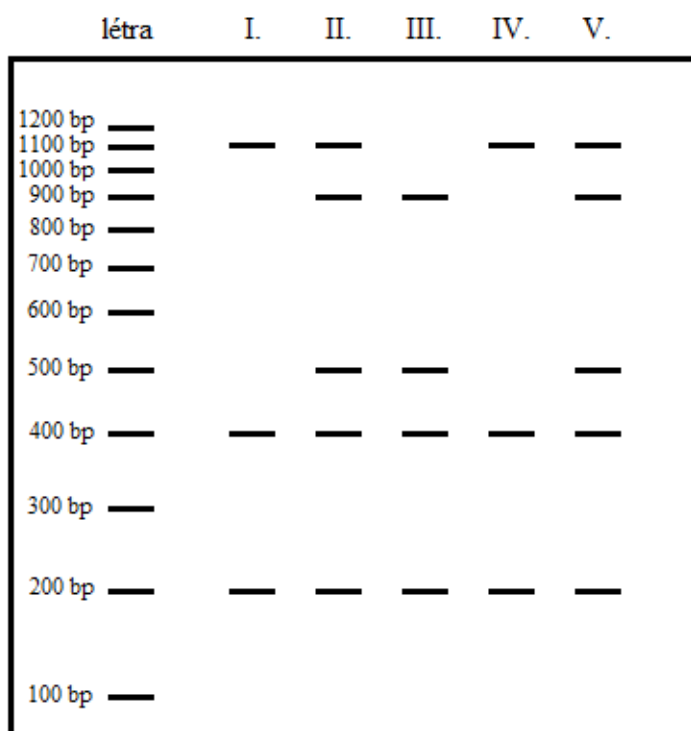
Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- $D_1D_1D_1D_1D_2D_2$
- $D_1D_1D_2D_2D_2D_2$
- $D_1D_1D_1$
- $D_2D_2D_2$
- Az A–D válaszok egyike sem helyes.

EGY BOGÁRFAJ ZÖLD ÉS SZÜRKE VÁLTOZATAINAK GENETIKÁJA (8 PONT)

13. Az ismert genotípus sok esetben nem egyértelműen határozza meg a fenotípust még minőségi jellegek esetén sem. Melyik tényező nem lehet magyarázat erre a jelenségre? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
- A. Egy egyelőre nem azonosított gén által kódolt enzim hibás térszerkezete miatt nem gátlődik egy transzkripciós faktor génjének átírása.
 - B. Tápanyaghiány miatt hormonhiány lép fel, így csökken az anyagcsere folyamat katalizálását elősegítő enzimek génjeinek gátlása.
 - C. Más, eddig nem azonosított gén is kódolja a jelleget kialakító anyagcsere folyamat valamelyik lépését katalizáló enzimet.
 - D. Egy adott anyagcsere folyamathoz szükséges enzimek mindegyike helyesen kódolódik, ezért ezek kioltják egymás hatását.
 - E. Valamilyen, a jelleg kialakulásához szükséges előanyagot nem sikerül a táplálékkal felvenni.
14. Egy bogárfaj kitinpajzsának színét egy gén két allélja: E és e határozza meg. Az E alléllal rendelkező bogarak 97,84% eséllyel zöldek; a homozigóta recesszívek 98,64% eséllyel szürkék. Ennél a fajnál csak ez a kétféle fenotípus létezik. Hány százalék eséllyel tartalmaz E allélt egy zöld színű bogár abban az ideális populációban, amelyben a domináns allél gyakorisága 0,5? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
- A. 99,54%
 - B. 99,23%
 - C. 98,30%
 - D. 97,93%
 - E. 97,84%

A két génváltozat szekvenálása során kiderítették, hogy a domináns allélhoz képest a recesszív allélból egy jelentős méretű DNS-szakasz hiányzik. Mindkét génváltozat tartalmaz hasító helyeket a HindIII restrikciós endonukleáz enzim számára. Öt egyed E/e génjét polimeráz láncreakcióval felsokszorozták, majd a PCR terméket HindIII enzimmel kezelték. A kezelt mintákat gélelektroforézissel megfuttatták. A gélekép tanulmányozása után válaszoljon a következő két kérdésre! (Csak a sávok helyét ábrázoltuk, a DNS-mennyiség nem leolvasható.)



15. Mely állítások igazak?

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

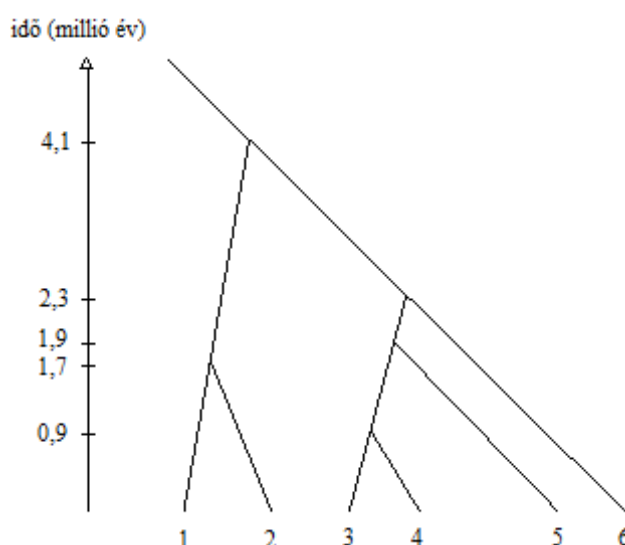
- A. A domináns allél kb. 200 bázispárral hosszabb, mint a recesszív.
- B. A domináns allél kb. 1400 bázispárral hosszabb, mint a recesszív.
- C. A II. egyed homozigóta.
- D. A IV. egyed 1,36% eséllyel zöld.
- E. Az V. egyed 98,64% eséllyel szürke.
- F. A III. egyed 97,84% eséllyel szürke.
- G. Mind az öt állat lehet szürke.

16. Mekkora eséllyel azonos az I. és IV. egyedek fenotípusa?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. 100%
- B. 98,64%
- C. 98,62%
- D. 97,32%
- E. 97,30%

A vizsgált bogárfaj mellett még öt másik rokon faj DNS-ét is megszekvenálták, és az eredmények alapján a hat fajt (1–6) evolúciós törzsfán helyezték el. A szétválási időpontok leolvashatók az ábráról.



Az eredményeket az alábbi táblázatban is megjelentették, de az egyik adat (*) mindkét példány a későbbiekben töröltődött. A hat fajt a táblázatban betűkkel jelölték (nem feltétlenül a törzsfán alkalmazott sorrendben). A táblázat számértékei egytized százalék pontossággal adják meg a genetikai eltérés mértékét.

FAJ/FAJ	A	B	C	D	E	F
A	0	2,4	1,3	2,4	1,0	0,5
B	2,4	0	2,4	0,9	2,4	2,4
C	1,3	2,4	0	2,4	*	1,3
D	2,4	0,9	2,4	0	2,4	2,4
E	1,0	2,4	*	2,4	0	1,0
F	0,5	2,4	1,3	2,4	1,0	0

A törzsfá és a táblázat tanulmányozása után válaszoljon a 17–19. feladatok kérdéseire!

17. Melyik betű(k) jelölheti(k) a táblázatban a feladat első részében tárgyalt (a törzsfán 2-vel jelzett) bogárfajt? Adja meg az összes lehetséges betűt a válaszlap megfelelő helyén!

18. Melyik betű(k) jelölheti(k) a táblázatban a törzsfán 4-gyel jelzett bogárfajt?

Adja meg az összes lehetséges betűt a válaszlap megfelelő helyén!

19. Melyik adat hiányzik a csillaggal (*) jelzett helyekről?

Adja meg az értéket tized százalék pontossággal a válaszlap megfelelő helyén!

EGÉR IVARMEGHATÁROZÁSA (5 PONT)

Emlősállatok ivarmeghatározása az ivari kétalakúság miatt egyszerű, ugyanakkor, ha egy kutatás során ismerni kell az embrionális sejtek, az újszülött állatok vagy a fosszilis leletek nemét, akkor a meghatározás során az örökítőanyaghoz kell fordulnunk. Kézenfekvőnek tűnik, hogy a nemet az ivari kromoszóma segítségével határozzuk meg, ehhez azonban nagy mikroszkópos gyakorlat szükséges.

Az ivarmeghatározáshoz ki lehet használni az X és Y kromoszómán található néhány homológ szakaszban megfigyelhető eltérést:

az *Rmb31* gén mindkét ivari kromoszómán megtalálható, közöttük az tesz különbséget, hogy az X kromoszómán található nukleotid szakasz 84 bázispárral rövidebb.

A feladatban szereplő összes szekvencia a DNS néma (nem átíró) szálára vonatkozik.

Az 1. ábrán a DNS-alapú egérivar-meghatározáshoz használt *Rmb31* gén PCR-rel felszaporított régiójának bázissorrendje látható. A szekvencia első és utolsó, szürkével kiemelt szakasza mutatja a primerek kapcsolódási régióját. A megvastagított és aláhúzott nukleotidok az X kromoszómáról kiesett régiót jelzik. A szekvencia könnyebb áttekinthetőségét segítő információk:

egy teljes sorban 50 nukleotid található, a hiányos sorokban elhelyezett / jelek 10 bázisonként osztják fel a szekvenciát.

```
5'-CACCTTAAGA / ACAAGCCAAT / ACACT
CTGGGAACATACCCAAATGCTTTAGGAGTAAGCCAGTATGCTTTGGCAGC
GTACCCAAATACTTTCTGGGATAAACCAATATCCTTTGGAGGCAGATCAAA
ATGCTTTCTGGACAAACCAGTATCCTTTGGGAACATACTCAGATGCTTTT
GGGATCGGCCAATATGCTTCTGGGACAAGTCCAAATGGTTTTGGGGTAAG
CCAGTATAGTTTGGGTACAAACGCAGATACCTTCAGAACAACTGCTTTG
CTCTTGTGGCAAATCCATACAATATCTGGACAAACCACTATGTTTTGGCA
ACAAATCCAA / ATGTTTTTCAG / GACAAGCC-3'
```

1. ábra

A DNS-alapú egérivar-meghatározáshoz használt *Rmb31* gén PCR-rel felszaporított régiója

A PCR-hez használt primer párok (left és right) közül a left az aktív szálhoz, a right a néma szálhoz kapcsolódik.

20. Adja meg a left primer szekvenciájának 5' vég felől számított első 5 bázisát!

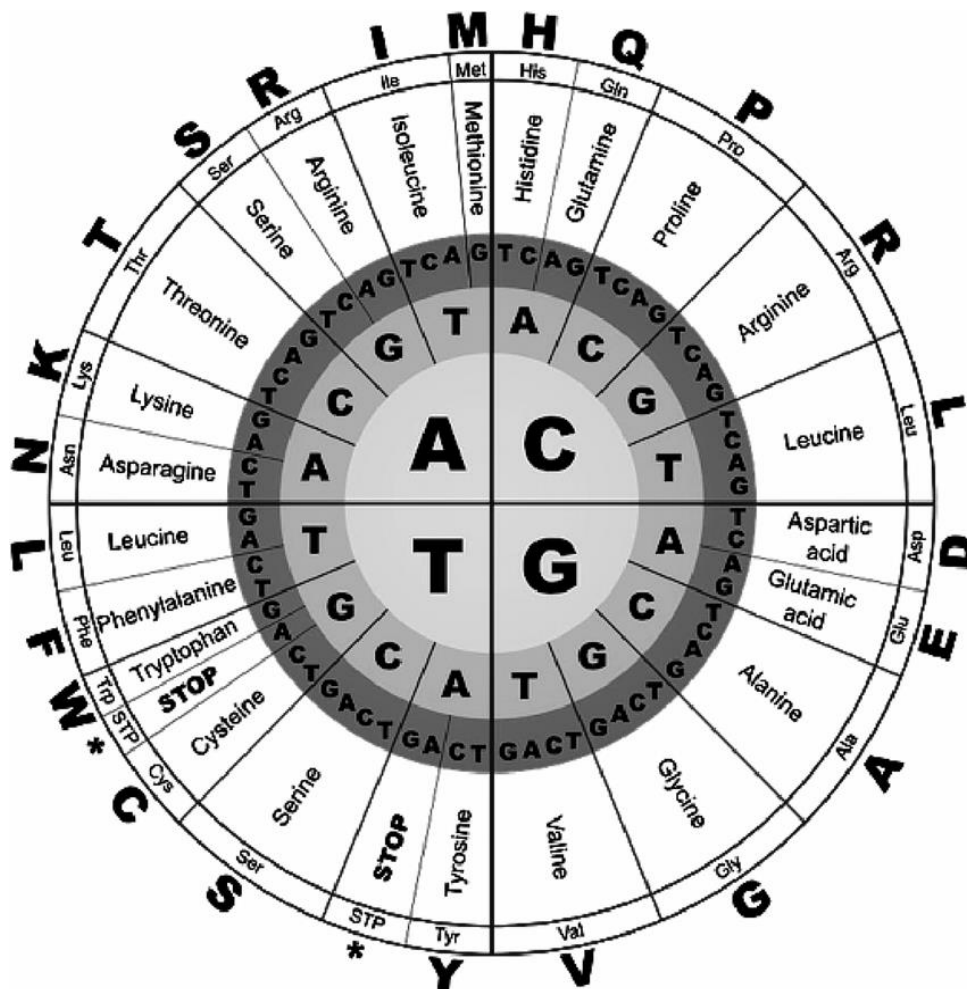
Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

21. Adja meg a right primer szekvenciájának 5' vég felől számított első 5 bázisát!

Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

Az egér DNS-alapú ivarmeghatározása során az *Rmb31* gén CDS szekvenciájának start kodonjától számított 999. nukleotidtól 1351. nukleotidig tartó szakaszát jelölik ki a primerek. (A CDS a Coding Sequence, azaz fehérjekódoló régió a néma szálon, az adott gén azon része, ami csak a fehérje aminosavsorrendjét kódoló szakaszokat tartalmazza, intronok és egyéb nem transzlálódó régiók nélkül.)

22. Adja meg a CDS első három bázisát! *Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!*
23. Adja meg a PCR-rel felszaporított nukleotidszekvencia által kódolt polipeptidszakasz első és utolsó aminosavának egy vagy három betűs jelölését! Csak azokat az aminosavakat vegye figyelembe, amelyeket kódoló összes bázis megtalálható a primerek által kijelölt szakaszban! Megoldásához használja a 2. ábrát!
Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!



2. ábra Genetikai kód táblázat az aminosavak egy és három betűs jelöléseivel

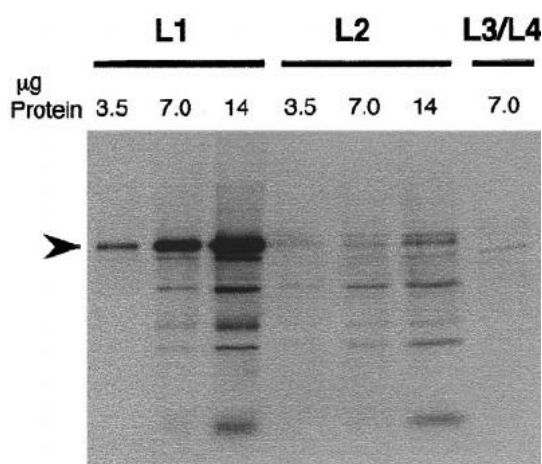
24. Melyik gélekép ábrázolja helyesen a két nem esetében a PCR-termékek gélelektroforézisének eredményét? (A csíkok a polinukleotidok helyét jelzik, a DNS mennyisége nem olvasható le.) *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

	Hím	Nőstény	Hím	Nőstény	Hím	Nőstény	Hím	Nőstény	Hím	Nőstény
Zsebek										
	A.	B.	C.	D.	E.					

MITŐL NŐ FEL EGY FONÁLFÉREG? (5 PONT)

A *Caenorhabditis elegans* fonálféreg a biológia régóta használt modellállata. Csupán néhány milliméteres, 20 °C-on a teljes élettartama 2-3 hét. Több, az egyedfejlődésre ható mutációja ismert. Az egyik gén, amit sok ilyen mutáció érint, a *lin-14*. Ez egy olyan fehérjét kódol, ami a sejtmagban található. Recesszív mutációi hatására a felnőttkori jellemzők már lárva korban elkezdenek kifejlődni, ami kisméretű, hibás felépítésű kifejlett egyedeket eredményez. Ugyanakkor ismertek olyan részlegesen domináns (intermedier öröklődésű) mutációi is, aminek hatására a kifejlett egyedekben is megmaradnak a lárvakori jellemzők, miközben a kifejlett egyedekre jellemző struktúrák (pl. ivarszervek) nem fejlődnek ki megfelelően.

Annak vizsgálatához, hogy az egyes lárvastádiumokban mennyi található a sejtekben a *lin-14* fehérjéből (vad típusú, azaz nem mutáns állatokban), különböző stádiumokban lévő lárvákból kinyert teljes fehérjemennyiséget gélelektroforézissel elválasztották, a fehérjét rögzítették, majd olyan radioaktívan jelölt antitesteket adtak hozzájuk, amelyek specifikusan kötődnek a *lin-14* fehérjéhez. (Ezek az antitestek kisebb mértékben kapcsolódnak más fehérjékhez is, ezért látható több sáv az 1. ábrán.) Az eredményt az 1. ábra mutatja.



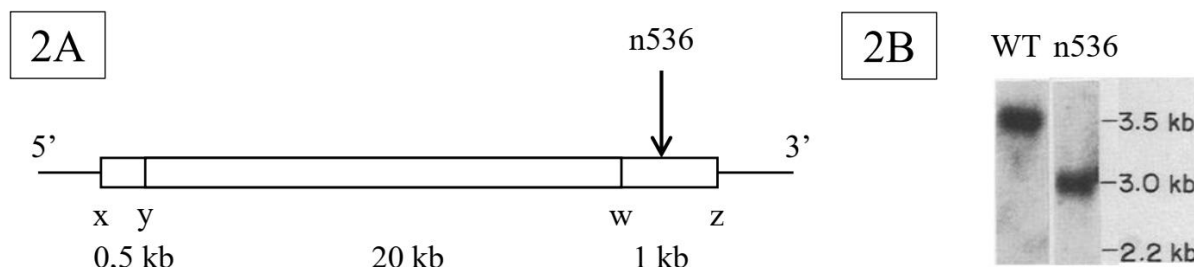
1. ábra A fehérje minták az elválasztás és radioaktív jelölés után
L1–első lárvastádium eleje, L2–második lárvastádium eleje, L3/L4–harmadik és negyedik lárvastádium. µg protein: a gélhez adott teljes fehérjemennyiséget adja meg. A nyíl jelöli a *lin-14* fehérjét tartalmazó sávot.

25. Melyik állítás igaz a vad típusú (nem mutáns) *lin-14* fehérjével, illetve génjével kapcsolatban a megadott információk és a kísérlet alapján?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Serkenti a felnőttkori szervek kialakulását.
- B. Az L1 stádiumban kétszer akkora a sejtek *lin-14* fehérjetartalma, mint az L4-ben.
- C. A *lin-14* fehérje hetekig megmarad a sejtekben a képződése után.
- D. Ha a *lin-14* gén folytonosan kifejeződő példányát ültetik a sejtekbe, recesszív fenotípus alakul ki.
- E. A *lin-14* gén kifejeződése gyengül a lárva növekedése során.

Az egyik domináns mutáció (n536) helyét a *lin-14* génen belül a 2. ábra A része (2A) mutatja. Kutatók izolálták a *lin-14* génről képződő érett mRNS-t mind vad típusú (nem mutáns, WT), mind n536 mutáns fonálférgekből. Gélelektroforézissel futtatták a mintákat, rögzítették őket, majd olyan radioaktív próbával jelölték, ami képes a *lin-14* mRNS-hez kötődni (2. ábra B része, 2B). Intronoknak nevezzük a gén azon szakaszait, amelyek átíratái kivágódnak az mRNS-ből az érése során.



2. ábra

2A–A *lin-14* gén néma (nem-átírózó) szálának vázlatos térképe. A nyíl az n536 mutáció helyét mutatja. Az x, y, w és z betűjelek a START és STOP kodonnak megfelelő helyeket, valamint a transzkripció kezdetének és végének a helyét mutatják (nem feltétlenül ebben a sorrendben).

2B–A vad típusú (WT) és az n536 mutáns érett mRNS gélelektroforézis és radioaktív jelölés után.

Az egyes szakaszok hozzávetőleges méretét ezer bázisban (kilobázis, kb) adtuk meg mindkét esetben.

26. Melyik állítás igaz a *lin-14* génnel kapcsolatban? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A 2A ábrán az y jelöli a START kodonnak megfelelő bázishármaszt.
- B. Az általa kódolt fehérje körülbelül 6700 aminosav hosszúságú.
- C. Nincsenek intronjai.
- D. A gén promótere az 2A ábrán a jobb oldali vég közelében van.
- E. A róla képződő RNS érése során a nukleotidoknak körülbelül a fele vágódik ki.

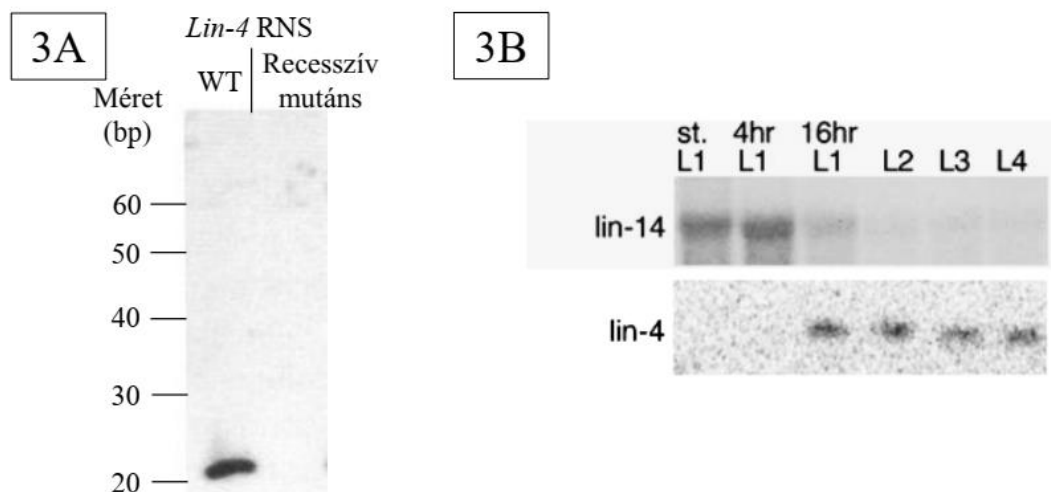
27. Melyik állítás igaz a domináns n536 mutációval kapcsolatban az alábbiak közül?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. A mutáció hatására megváltozik a *lin-14* fehérje elsődleges szerkezete.
- B. A mutáció során egy DNS szakasz kiesése (deléciója) történt.
- C. A mutáció a gén promóterében következett be.
- D. A mutáció a gén egyik intronjában következett be.
- E. A mutációban érintett szakasz vad típusú egyedben a gén működését serkenti.

Egy másik DNS régió, a *lin-4* is hat a fonálféreg egyedfejlődésére. Ennél azonban a recesszív mutációnak van olyan hatása, mint a *lin-14* domináns mutációjának. Az RNS-t kódoló *lin-4* szakaszcól kiderült, hogy komplementer a *lin-14* gén azon szakaszával, amit a legtöbb domináns mutáció (például az n536 is) érint. Az érett *lin-4* RNS-ek a sejtplazmában találhatóak meg, a sejtmagban nem.

A *lin-4* génről képződő RNS-t gélelektroforézissel futtatták, és a terméket radioaktív próbával jelölték vad típusú (WT) és homozigóta recesszív mutáns egyedek esetében (3. ábra A része, 3A). Ugyanígy vizsgálták a *lin-14* és *lin-4* RNS-eket a különböző lárvastádiumokban (L1–L4) tartozó egyedekben (3. ábra, B része, 3B). Ezen felül kimutatták, hogy ha a *lin-14* gén vizsgált szakaszát más gén ugyenezen részébe ültették, a *lin-4* hasonló hatást fejtett ki arra a génre is, mint a *lin-14*-re. Ugyanakkor a gének transzkripciójának aktivitása nem változott a *lin-4* hatására.



3. ábra

3A—A *lin-4* RNS futtatásának eredménye vad típusú (WT) és recesszív mutáns egyed esetében.
3B—A *lin-14* és a *lin-4* RNS mennyisége a különböző lárvastádiumokban (L1: első stádium, stb.). St.-éhezű egyedek, 4hr-egyedek 4 óra táplálás után, 16hr-egyedek 16 óra táplálás után.

28. Melyik állítás igaz a *lin-4* régióval kapcsolatban az eredmények alapján?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Az általa kódolt fehérje képes a *lin-14* mRNS-hez kötődni.
- B. Az általa kódolt fehérje képes a *lin-14* fehérjéhez kötődni.
- C. Az általa kódolt RNS képes a *lin-14* mRNS-hez kötődni.
- D. Az általa kódolt RNS képes a *lin-14* fehérjéhez kötődni.
- E. A recesszív mutáns allél által kódolt szabályozómolekula szerkezetváltozás miatt nem tud a *lin-14* fehérjéhez kötődni.

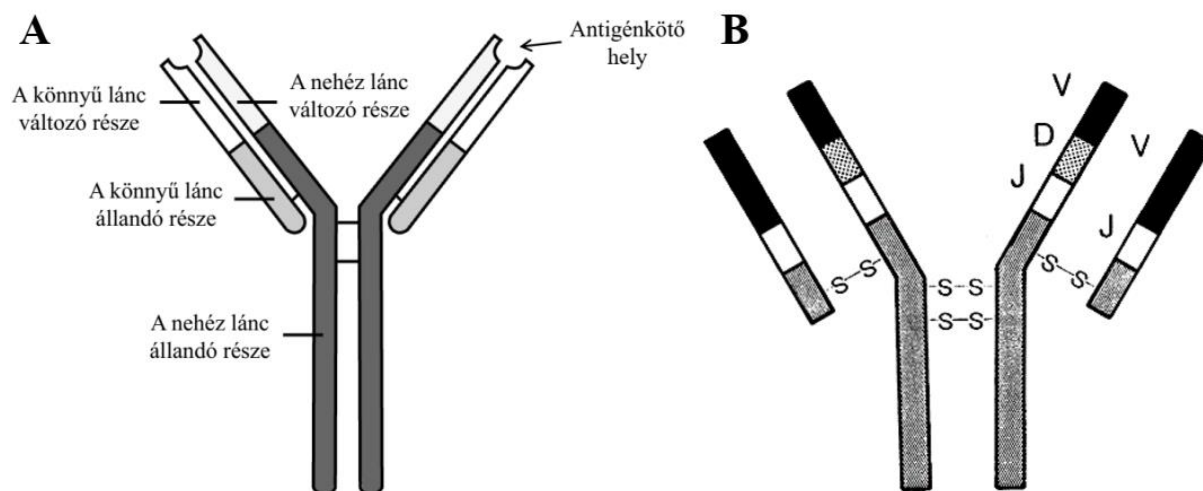
29. Hogyan hat a *lin-4* a *lin14*-re? Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Gátolja az RNS polimeráz kapcsolódását a *lin-14* gén promóteréhez.
- B. Serkenti a *lin-14* mRNS-ének transzlációját fehérjévé.
- C. Serkenti a *lin-14* mRNS-ének lebontását.
- D. Serkenti a *lin-14* fehérje lebontását.
- E. Hatására hosszabb ideig maradnak meg a *lin-14* mRNS-ek a sejtben.

AZ IMMUNSEJTEK MŰKÖDÉSE (5 PONT)

A B- és T-nyiroksejtek érésének egyik kulcsfolyamata a DNS V(D)J átrendeződése. A folyamatot a B-sejtek antitestait (és receptorait) kódoló gén átrendeződésén keresztül mutatjuk be.

Egy antitest négy láncból áll: két könnyű és két nehéz láncból (1. ábra A része). (Egy antitesten belül a két könnyű lánc ugyanolyan. Ugyanez igaz a nehéz láncokra is.) Mindkét láncnak van egy állandó és egy változó része, utóbbi nyiroksejtenként eltérő. Az antigénkötő helyeket a láncok változó részei alakítják ki. A változó részek több szakaszra oszthatóak (a nehéz lánc esetén V, D és J szakaszokra, a könnyű esetén V és J szakaszokra, 1. ábra B része). A könnyű és nehéz lánc V, illetve J szakaszai nem egyformák. A változó részek összes szakasza részt vesz az antigénkötő hely kialakításában.



1. ábra

A– Egy antitest vázlatos szerkezete

B– A változó részek szakaszai

30. Mi a jelentősége annak, hogy a képen látható antitestnek két antigénkötőhelye is van?
Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Az egyik kötőhellyel az idegen antigénhez, a másikkal a B-sejthez tud kapcsolódni.
- B. A szabad antigénkötő helyet képesek felismerni a falósejtek, így aktiválódnak.
- C. Az antitest a két kötőhelyével két különböző típusú antigénhez tud kapcsolódni.
- D. Az egyik kötőhely mindig saját, a másik mindig idegen antigént ismer fel.
- E. Ezáltal képesek az antitestek több antigént összekapcsolni, kicsapni azokat.

A változó részek mindegyik szakaszát egy-egy különálló génszegmens (a teljes gén egy részlete) kódolja. Minden génszegmens több, eltérő bázissorrendű példányban van meg a DNS-ben a B-sejtek érése előtt. A V(D)J átrendeződés során mindkét lánc génje átrendeződik. A nehéz lánc esetében egy-egy véletlenszerűen kiválasztott V, D és J génszegmens fog összekapcsolódni (2. ábra). (A kiválasztott szegmensek közötti szakaszok kivágódnak a DNS-ből, és lebomlanak. Az esetleg megmaradó további V és J szakaszok inaktívak maradnak.) Az összekapcsolt V-D-J szegmens az állandó rész szegmensével együtt alkotják az antitest génjét. A könnyű lánc V és J szegmensének átrendeződése hasonlóan történik. (Az átrendeződés bemutatását leegyszerűsítettük a feladat érthetősége kedvéért.)

Az átrendeződés az érő nyiroksejtekben egymástól függetlenül történik. Egy adott sejtben csak a gén egyik szülői példánya esik át V(D)J átrendeződésen (a feladatban tegyük fel, hogy minden sejtben ugyanaz). A génszegmensek száma az eredeti DNS-ben:

Nehéz lánc:

V szegmens: 65 db

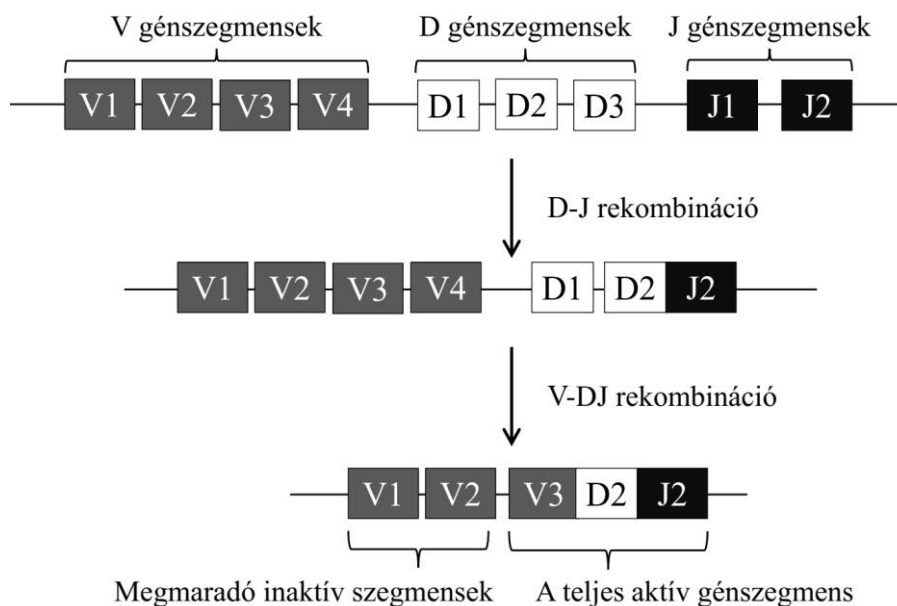
D szegmens: 27 db

J szegmens: 6 db

Könnyű lánc:

V szegmens: 40 db

J szegmens: 5 db



2. ábra A V(D)J átrendeződés folyamata a nehéz lánc esetében

Az ábrán a nehéz lánc állandó részét kódoló DNS szakaszt nem tüntettük fel. Ezt egy intron választja el a könnyű szakasz DNS-étől, ami csak az mRNS érése során vágódik ki.

31. Egy adott ember testében legfeljebb hányféle különböző antigénkötőhelyű antitest jöhet létre a könnyű és nehéz lánc gének V(D)J átrendeződés segítségével? (Tegyük fel, hogy minden szegmens eltérő aminosavsorrendű peptidet kódol.)

Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!

32. Melyik állítás igaz a V(D)J átrendeződéssel kapcsolatban?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Hasonló folyamat a falósejtek érése során is végbe kell, hogy menjen.
- B. Az átrendeződés során válogatódnak ki az idegen antigéneket felismerő nyiroksejtek.
- C. Segítségével viszonylag kis mennyiségű DNS nagyon sokféle receptort kódolhat.
- D. Az átrendeződés során létrejövő összes nyiroksejt részt vesz az immunitás kialakításában.
- E. A V(D)J átrendeződés már a nyiroksejteket létrehozó őssejtben lezajlik.

33. Melyik válaszlehetőség adja meg helyesen az antitestek szállításának útvonalát a szintézisük helyétől a funkciójuk ellátásának helyéig? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. sejtplazma – membránhólyag – sejten kívüli tér
- B. endoplazmatikus retikulum – Golgi-készülék – sejten kívüli tér
- C. endoplazmatikus retikulum – membránhólyag – lizoszóma
- D. sejtmag – sejtplazma – Golgi-készülék – lizoszóma
- E. sejtmag – sejtplazma – endoplazmatikus retikulum – Golgi-készülék – sejten kívüli tér

34. Miben hasonlít a V(D)J átrendeződés az ivarsejtek képződése során végbemenő rekombinációra? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

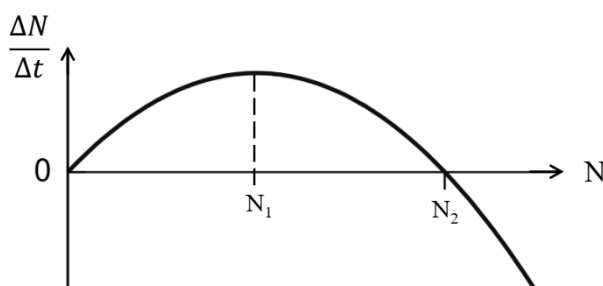
- A. A két szülő DNS keveredik a folyamat során.
- B. Az eredeti DNS egésze megmarad a sejtben a folyamat végére is.
- C. Szükség van a DNS-láncok elhasítására a folyamathoz.
- D. A kromoszómaszám a folyamat során megfeleződik.
- E. A homológ kromoszómák a folyamat elején párba állnak.

POPULÁCIÓK EGYEDSZÁMÁNAK MATEMATIKAI MODELLEZÉSE (6 PONT)

A populációökológiában számos matematikai modellt használnak. Ilyenek a populációk egyedszámváltozásait leíró populációdinamikai modellek (mint például a korlátlan és korlátozott növekedési modell).

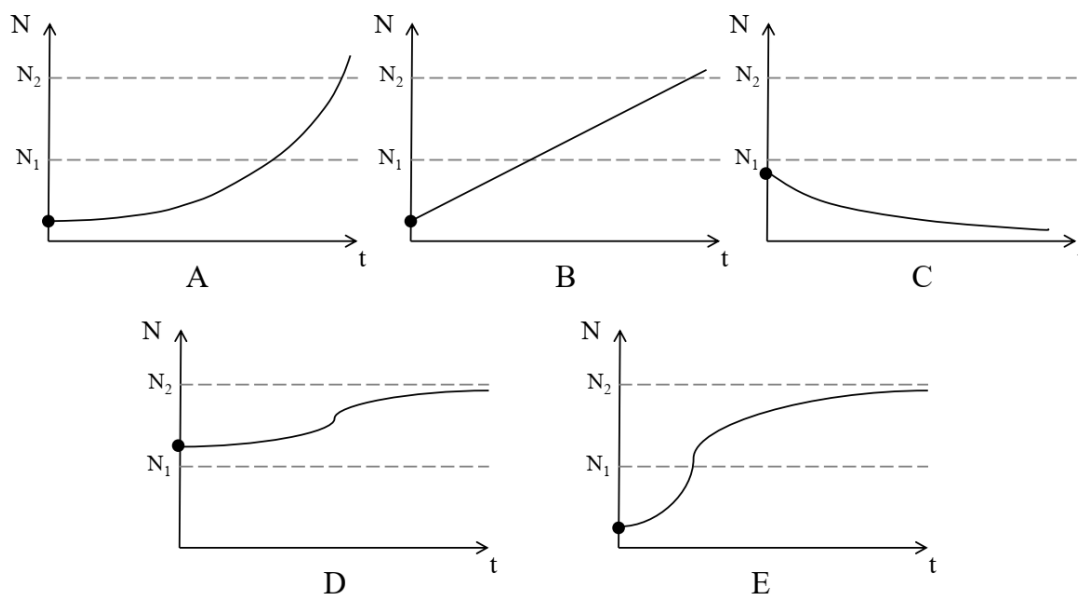
Egyes fajok esetében nincsenek elkülönülő generációk. A gorillák csoportjaiban különböző korú állatok élnek együtt éveken keresztül, így nincs értelme elkülönülő generációkról beszélni (folytonos modellek).

A 35–37. feladatok ilyen folytonos modellre (1. modell) vonatkoznak. A modell működését az alábbi grafikon mutatja be. Azt ábrázolja, hogyan függ az 1. modell esetében az időegység alatt történő egyedszámváltozás ($\Delta N/\Delta t$) az egyedszámtól (N).



Az N_1 és N_2 jelek olyan egyedszámokat jelentenek, amelyek szerepelnek a 36. feladat grafikonjain is.

35. Melyik állítás igaz az 1. modellel kapcsolatban? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
- A. Ez egy korlátlan növekedési modell.
 - B. A modell alapján a populáció egy egyedre jutó növekedése annál nagyobb, minél kisebb az egyedszáma.
 - C. A környezet eltartóképessége az N_2 egyedszámnak felel meg.
 - D. A modell alapján a populációnak van kihalási küszöbe.
 - E. A modell alapján a modellezett populáció hosszútávon ki fog halni.
36. Melyik grafikon mutatja az 1. modellnek megfelelően a populáció egyedszámának (N) változását az idő (t) függvényében a megadott, fekete pontokkal ($\bullet$) jelölt kiindulási egyedszámok esetén? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*



A populáció egy főre jutó növekedési rátáját (r) úgy tudjuk kiszámolni, hogy a populáció időegység alatt bekövetkező egyedszámváltozását elosztjuk a populáció egyedszámával.

37. Az alábbi modellek közül melyik lehet az 1. modell egyenlete? (N =az aktuális egyedszám; t =idő; $\Delta N/\Delta t$ =a populáció egyedszámváltozásának pillanatnyi, előjeles sebessége; $r_{\max}$ =a maximális egy főre jutó növekedési ráta, teljesen ideális körülmények között; N_1 , N_2 =a korábbi grafikonokon megadott egyedszám értékek.) *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. $\frac{\Delta N}{\Delta t} = r_{\max} \cdot N$
- B. $\frac{\Delta N}{\Delta t} = r_{\max} \cdot N \cdot \left(1 - \frac{N}{N_1}\right)$
- C. $\frac{\Delta N}{\Delta t} = r_{\max} \cdot N \cdot \left(1 - \frac{N}{N_2}\right)$
- D. $\frac{\Delta N}{\Delta t} = r_{\max} \cdot N \cdot \left(1 - \frac{N}{N_1}\right) \cdot \left(1 + \frac{N}{N_2}\right)$
- E. $\frac{\Delta N}{\Delta t} = r_{\max} \cdot N \cdot \left(1 - \frac{N}{N_1}\right) \cdot \left(1 - \frac{N}{N_2}\right)$

Más fajoknak jól elkülönülő generációi vannak. Ilyen például a nagy rókalepke. Ennek a fajnak a kifejlett egyedei telelnék át, tavasszal rakják le a petéiket, majd elpusztulnak. A petékből a következő generáció kifejlett egyedei nyárra fejlődnek ki. Az ilyen fajok egyedszámváltozásainak leírásához használt modellek elkülönülő generációkkal számolnak (diszkrét modellek). A 2. modell is ilyen:

$$N_{t+1} = P \cdot N_t$$

N_t = A populáció egyedszáma egy adott generációban.

N_{t+1} = A populáció egyedszáma a következő generációban.

P : A modell paramétere. Értéke a fajtól és a környezeti tényezőktől függ. Adott környezetben, adott faj esetében állandónak tekinthető.

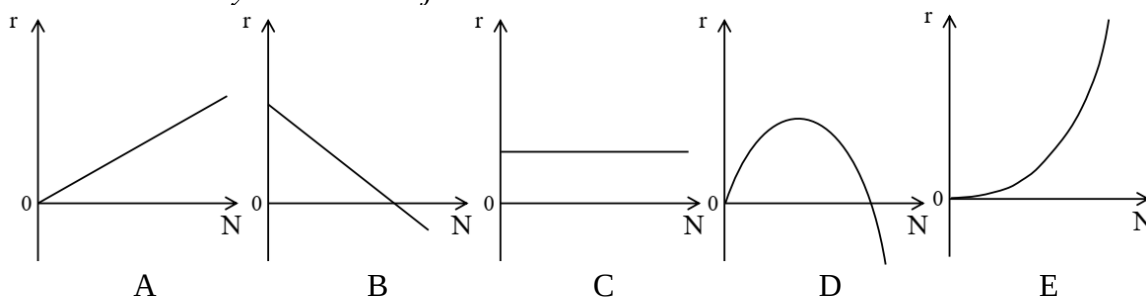
38. Mely állítások igazak az 2. modell alapján az alábbiak közül?

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

- A. A populáció egyedszáma a modell szerint exponenciálisan változik.
- B. A modellben a P jelöli az egyensúlyi egyedszámot.
- C. Minél kisebb a P értéke, annál gyorsabban növekszik a populáció mérete.
- D. A modell jó közelítéssel írja le a baktériumsejtek számának változását egy gyorsan növekedő tenyészetben.
- E. A modell szerint a populáció egyedszáma egy idő után egy adott értékre áll be.
- F. Ha a populáció mérete a P értéke alá csökken, ki fog halni a populáció.
- G. A vizsgált modell egy korlátozott növekedési modell.

39. Melyik grafikon ábrázolja helyesen, hogyan függ a populáció egy főre jutó növekedési rátája (r) a populáció egyedszámától (N) a 2. modell szerint?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

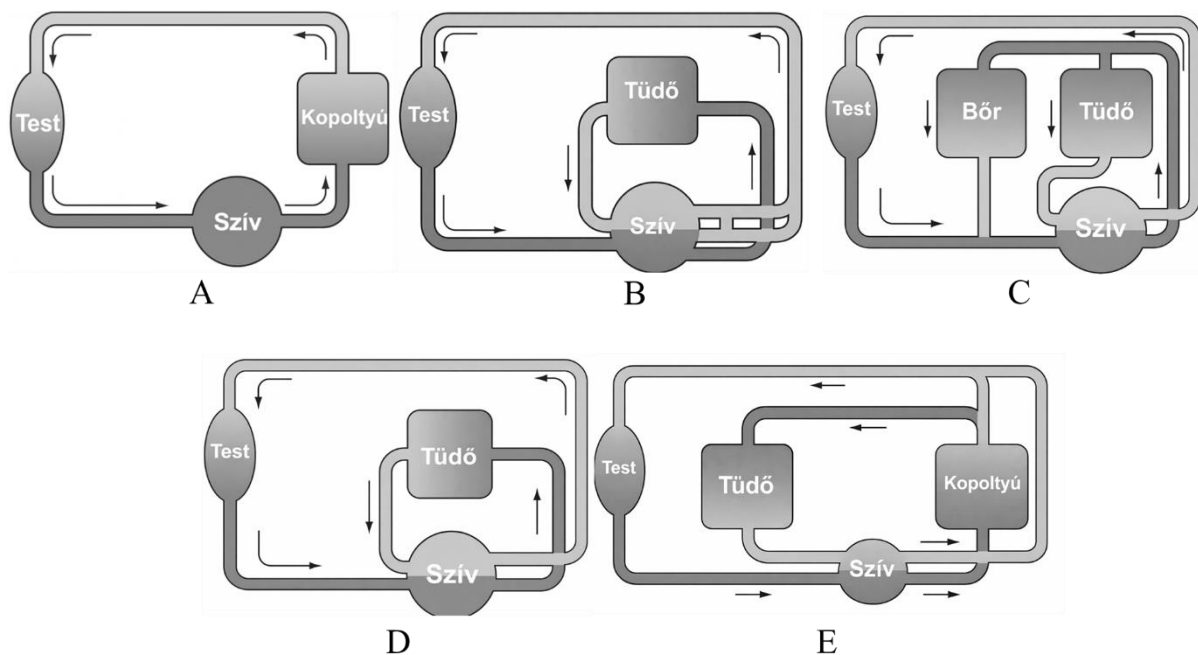


BÉKA SZERVEZETTANI ÉS ÉLETTANI VIZSGÁLATA (7 PONT)

A gerinces szervezettani és élettani vizsgálatok egyik modellállata a béka. Több fajt is aktívan vizsgálnak mind a mai napig.

40. Melyik ábra mutatja helyesen a kifejlett béka keringési rendszerének felépítését?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

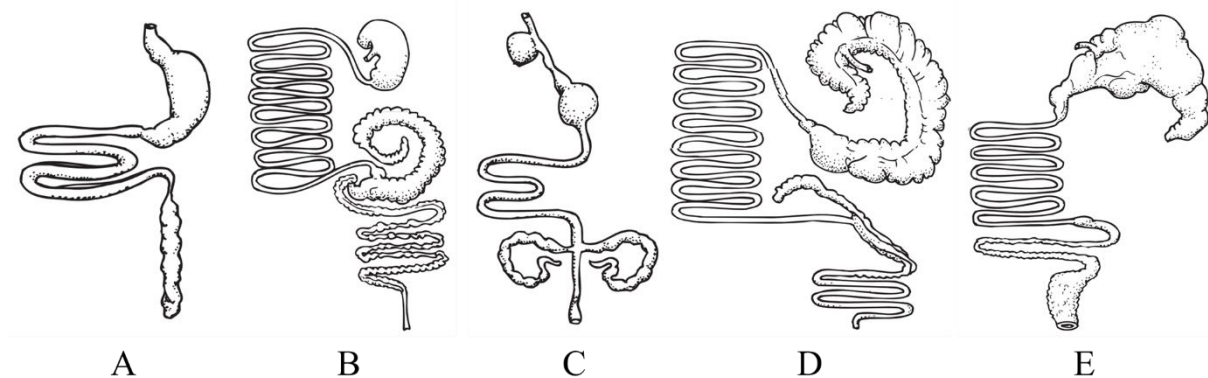


1. ábra Különböző gerinces csoportok keringési rendszerének vázlatos rajza

A 2. ábra mutatja a nyúl, a fécán, a kenguru, a béka és a lajhár emésztőrendszerét, nem feltétlenül ebben a sorrendben. A rajzok mindig az emésztőrendszer első kitágult szakaszától indulnak (rajzok felső része), és egészen a végbélig tartanak (rajzok alsó része).

41. Melyik ábra mutatja helyesen a kifejlett béka emésztőrendszerének felépítését?

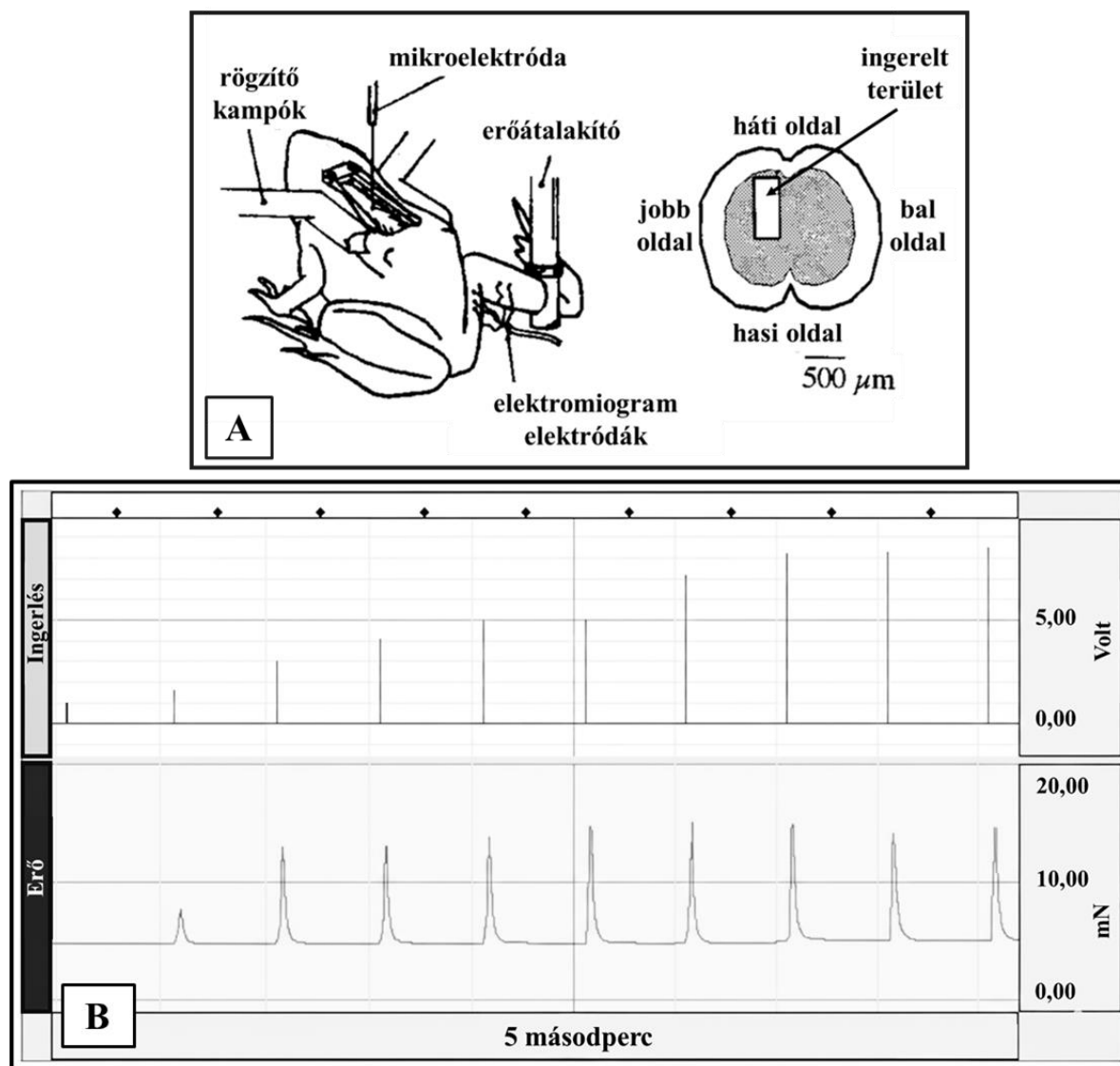
Válassza ki a helyes válasz betűjelét!



2. ábra Különböző gerinces csoportok emésztőrendszerének vázlatos rajza

A rajzok egymáshoz képest nem méretarányosak, de egy-egy rajz jól mutatja az egyes bélszakaszok egymáshoz viszonyított arányát.

A továbbiakban a béka elektromos impulzusok hatására kiváltott mozgásait vizsgálták. Ehhez a fej levágásával megszüntették az agyvelő és a gerincvelő kapcsolatát. A békát ezután rögzítették (3. ábra A része). Mikroelektroda segítségével a gerincvelőnek azt a szakaszát ingerelték, amely a hátsó láb mozgásáért felel. Az elektródát addig igazították a kijelölt területen (3. ábra A része), amíg az ingerlésre az állat a lábát be nem húzta (hajlította) és más mozgást nem végzett. Ezután több ingerlést is végeztek (3. ábra B része). Elektromiogrammal és erőátalakítóval vizsgálták, mely izmok húzódtak össze, és mekkora izommunkát végeztek. A béka központi idegrendszerének pályarendszerei anatómiailag és funkcionálisan az emberéhez hasonlóak.



3. ábra

A– kísérleti összeállítás és gerincvelő keresztmetszet (anatómiai irányoknak megfelelően)

B–felső grafikon: Az ingerlések során alkalmazott feszültségek

alsó grafikon: A kiváltott izomösszehúzódások ereje.

42. Melyik állítás igaz a leírás és a 3. ábra A része alapján? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

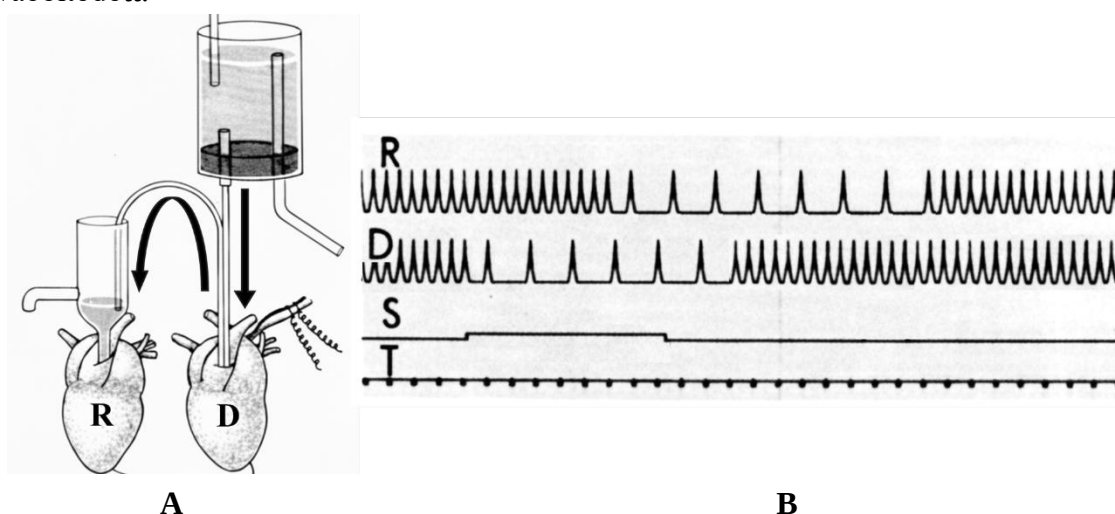
- A. A gerincvelő nyaki szakaszába szúrták az ingerlő elektródát.
- B. Az ingerlés hatására a béka a combfeszítő izmát feszítette.
- C. Az elektróda közvetlenül a mozgató idegsejteket stimulálta.
- D. Az ingerlés hatására a béka az azonos oldali lábat hajlítja.
- E. Az elektróda nem halad át a gerincvelő fehérállományán.

43. Melyik állítás igaz a 3. ábra B részének grafikonjai alapján?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Azonos nagyságú ingerlés egyre erősebb izomösszehúzódást vált ki.
- B. Az ingerlő feszültség mindig ugyanakkora erejű izomösszehúzódást vált ki.
- C. Van olyan kis feszültség, ami nem vált ki izomösszehúzódást.
- D. Az alsó grafikonon a combfeszítő izom által végzett munka látható.
- E. Egy stimulus többszöri izomösszehúzódást is kiváltott.

Otto Loewi kísérlete egy másik, szintén békával végzett híres vizsgálat. Az 1921-ben elvégzett kísérlet alapvetően meghatározta, hogy ma miként gondolkodunk a szinaptikus jelátvitelről. Loewi békaszíveket izolált a bolygóideggel (X. agyideg) együtt. A 4. ábra A részén látható, hogy a D betűvel jelölt szíven a bolygóideghez elektródákat kapcsolt. Ennek a szívnek a pitvarába fiziológiás sóoldatot vezetett, ami egy csövön keresztül az R betűvel jelölt szívbe továbbítódott.



4. ábra

A– A két szív az összekötő csőrendszerrel és a bolygóideghez kötött ingerlő elektróddal
B– R és D a megfelelő szívről elvezetett szívösszehúzódások jelei; S a stimulátor elektród jele;
 T az idő

44. Mely megfigyelések igazak a leírtak és a 4. ábra alapján?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. A D betűvel jelölt szív hosszabb időn keresztül vert lassabban, mint az R betűvel jelölt szív.
- B. A bolygóideg ingerlésének befejezésével a D betűvel jelölt szív ritmusa késés nélkül helyreáll.
- C. A bolygóideg ingerlésének befejezésével mindkét szív ritmusa késés nélkül helyreáll.
- D. Az R betűvel jelölt szív frekvenciája késleltetve csökken a bolygóideg ingerlésekor.
- E. A testből izolált békaszív rendszertelenül ver.

45. Mit bizonyít a kísérlet? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. Az elektromos jelek terjedése késleltetett.
- B. Az idegsejtek és a szívmusclek között kémiai jelátvitel történik.
- C. A szív a testből izolálva is tovább ver.
- D. Elektromos jelek folyadékokon keresztül is továbbadhatnak szervezetben.
- E. A jelátvivő anyag más hatást fejt ki egy másik egyed ugyanazon szervében.

Loewi kísérlete a szív vegetatív beidegzésén keresztül vizsgálta az idegi működések mechanizmusát.

46. Melyik állítás igaz a szív szimpatikus beidegzésére? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A beidegzést a nyaki gerincvelői idegek adják.
- B. Nem ingerületképző, hanem az ingerületképzés szabályozója.
- C. Aktiválódásakor a szívfrekvencia csökken.
- D. A szimpatikus vegetatív dúc a szív falában található.
- E. A központi vegetatív idegsejt a gerincvelő elülső szarvából indul ki.

SZÍVCIKLUS ÉS ELEKTROKARDIOGRAM (EKG) (7 PONT)

A szív ciklus a szív egyszeri összehúzódása és elernyedése. Egyezményesen a pitvarok összehúzódását tekintjük a szív ciklus kezdő lépésének.

A szív ciklus lépései, nem időrendi sorrendben:

- 1. A kamrák összehúzódása, miközben vér áramlik ki a zsebes billentyűkön keresztül.
- 2. A pitvarok összehúzódása, miközben vér áramlik be a kamrákba a vitorlás billentyűkön keresztül.
- 3. A kamrák elernyedése, miközben a billentyűk zárva vannak.
- 4. A kamrák összehúzódása, miközben a billentyűk zárva vannak, és a pitvarok elernyednek
- 5. A kamrák elernyedése, miközben vér áramlik be a pitvarokból a vitorlás billentyűkön keresztül.

47. Melyik sor írja le helyes időrendi sorrendben a szív ciklus lépéseit?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

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

A szív ciklus során az ingerület az ingerületképző és -vezető rendszerben keletkezik és terjed, majd a munkaizomsejtek depolarizációja váltja ki az összehúzódást, és a repolarizációt a szívizom elernyedése követi.

48. Melyik két potenciálváltozás játszódik le közel egy időben a szív ciklus során?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

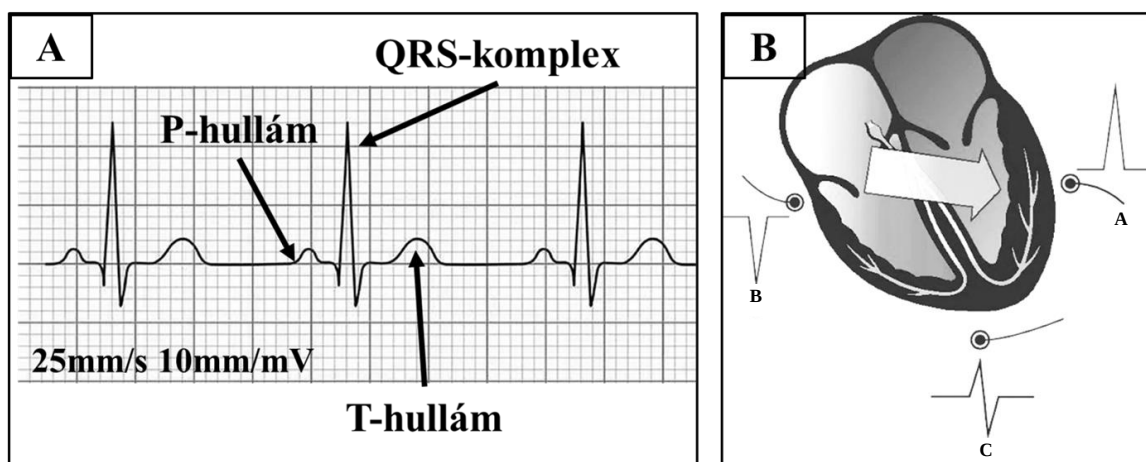
- A. kamrai depolarizáció–kamrai repolarizáció
- B. pitvari repolarizáció–kamrai depolarizáció
- C. pitvari depolarizáció–kamrai depolarizáció
- D. pitvari depolarizáció–kamrai repolarizáció
- E. pitvari repolarizáció–kamrai repolarizáció

Az EKG a szívizomsejtek elektromos feszültségváltozásainak eredőjét rögzíti. A ma használt EKG elvezetések egyik típusa a végtagelvezetés. Ekkor egy elektródát az egyik bokán, egy elektródát a bal és egyet a jobb csuklón helyeznek el. Ezek különböző kombinációkban (I., II. és III. elvezetés) a pozitív és a negatív elektródák. Az I. elvezetés esetén a jobb csukló a negatív pólus, a bal csukló a pozitív pólus. Az I. elvezetés egészséges felnőtt emberen az 1. ábra A részén látható, milliméterpapíron rögzítve. Az 1. ábra B része mutatja be, hogyan alakulnak ki a különböző irányú jelek az EKG-n. A kép közepén a kamraizomzat depolarizációjának eredő haladási vektora látható vastag nyíllal. Ha különböző módon helyezünk el a szívhez képest a pozitív elektródát, akkor eltérő jeleket kapunk az EKG-n.

Ha a pozitív elektródát

- az A helyre tesszük, akkor pozitív hullámot,
- a B helyre tesszük, akkor negatív hullámot,
- a C helyre tesszük, akkor bifázisos (a hullám eleje pozitív a vége negatív) hullámot kapunk.

Repolarizáció esetén fordított előjelűek a hullámok.



1. ábra

A– Normál szinusz (szinusz csomó által generált) ritmus I. elvezetés esetén milliméterpapíron (egy beosztás 1 mm).

B– A sejtek depolarizációjának eredő vektora és különböző pozitív pólusokon (A, B, C) rögzített feszültségváltozások.

A P-hullám a pitvari depolarizációt, a QRS komplex a kamrai depolarizációt (negatív Q-hullám (kamrai válaszfal), pozitív R-hullám (kamra fő izomzata) és negatív S-hullám (a kamra külső, pitvarokhoz közelebbi része), a T-hullám a kamrai repolarizációt jelöli.

49. Mennyi a pulzus az 1. ábrán A részének EKG-ja alapján?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. 48
- B. 72
- C. 75
- D. 80
- E. 107

50. Melyik állítás igaz a szív működésével kapcsolatban?

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

- A. Először a bal pitvar depolarizálódik, majd kis késéssel a jobb pitvar.
- B. A kamrai repolarizáció a kamra fő izomzatának depolarizációjához képest ellentétes irányú.
- C. A kamrák közötti válaszfal balról jobbra depolarizálódik.
- D. A legtöbb szívizomsejt a P-hullám során depolarizálódik.
- E. A pitvarok és a kamrák depolarizációja időben eltolts, de a repolarizációjuk egyszerre megy végbe.
- F. A kamrák a pitvaroktól a szív csúcsa fele depolarizálódnak, majd repolarizálódnak.
- G. Ha fordítva kerül fel a két karra a pozitív és a negatív elektróda, akkor a T- és a P-hullám fordított lesz, a QRS-komplex nem változik.



2. ábra: Kóros EKG felvétel

51. Melyik következtetés helyes a 2. ábrán látható EKG-felvétel 2. szívciklusa alapján?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. A pitvarok összehúzódtak.
- B. A kamrák összehúzódtak.
- C. A kamrák nem ernyedtek el.
- D. A kamrák a normál ritmus idejében húzódtak össze.
- E. A kamrák összehúzódása hosszabb volt, mint a többi esetben.

52. Melyik állítások magyarázhatják a 2. szívciklus EKG-képét?

Válassza ki a nagybetűkkel jelzett válaszlehetőségek közül azt, amelyik mindegyik (kisbetűvel jelölt) lehetséges magyarázatot tartalmazza!

- a. A szinuszcsomóban nem történt depolarizáció.
- b. A szinuszcsomóban létrejött depolarizáció nem tudott szétterjedni.
- c. A szinuszcsomóban létrejött depolarizáció szétterjedt a pitvarokon, de nem tudott a kamrákra áttérjedni.
- d. A pitvar-kamrai csomó önmagától aktiválódott.
- e. A pitvar-kamrai csomó önálló ritmusa lassabb, mint a szinusz csomó ritmusa.

- A. a, b
- B. c, d, e
- C. a, b, d, e
- D. d, e
- E. c

A RIZS ALKALMAZKODÁSA (8 PONT)

A rizs (*Oryza sativa*) az egyszikű pásztfüvek közé tartozik, a világ egyik legfontosabb gabonaféléje, eredetileg trópusi, melegkedvelő növény. A csapadék mennyisége és eloszlása kulcsfontosságú: bár a legtöbb hazai rizsföldet öntözéssel látják el, a nyári aszályok és hőhullámok kihívást jelenthetnek. A rizs termesztéséhez a legideálisabbak a kötött, agyagos, vízzáró réteggel rendelkező talajok, amelyek lehetővé teszik a tartós vízborítást. A víz minősége sem elhanyagolható: túl magas sótartalom (sóstressz) vagy szennyeződés gátolhatja a növény fejlődését. A vegetatív növekedés és a termésérés során a növényi szövetek ozmotikus szabályozása gyorsabb és stabilabb, mint a csíranövény-állapotban és a generatív szakasz korai, virágzással összefüggő fázisaiban. A sóstressz hatására az abszcizinsav szintje megnő, ami K^+ kiáramlást okoz a gázcserenyílás zárósejtjeiből. Az ozmotikus potenciál azt mutatja meg, hogy az oldott anyagok milyen mértékben csökkentik a vízpotenciált az oldatban a tiszta vízhez képest. Értéke negatív, mert a desztillált víz vízpotenciálját 0-nak tekintjük, az oldott anyagok jelenléte pedig csökkenti azt. A növényi sejtekben és a talajban a vízpotenciál (Ψ) egyszerűsítve a következő módon bontható fel: $\Psi = \Psi_p + \Psi_s$, ahol Ψ_p nyomáspotenciál (ami megfelel a turgornomásnak, illetve a hidrosztatikai nyomásnak), Ψ_s pedig az ozmotikus potenciál. A vízpotenciál (Ψ) azt is megmutatja, hogy a víz a nyomáspotenciál (Ψ_p) és az ozmotikus potenciál (Ψ_s) együttes hatására a magasabb vízpotenciálú hely felől az alacsonyabb vízpotenciálú hely felé áramlik.

53. Melyik ábra mutatja a rizsnövényt! Válassza ki a helyes válasz betűjelét!



A.



B.



C.

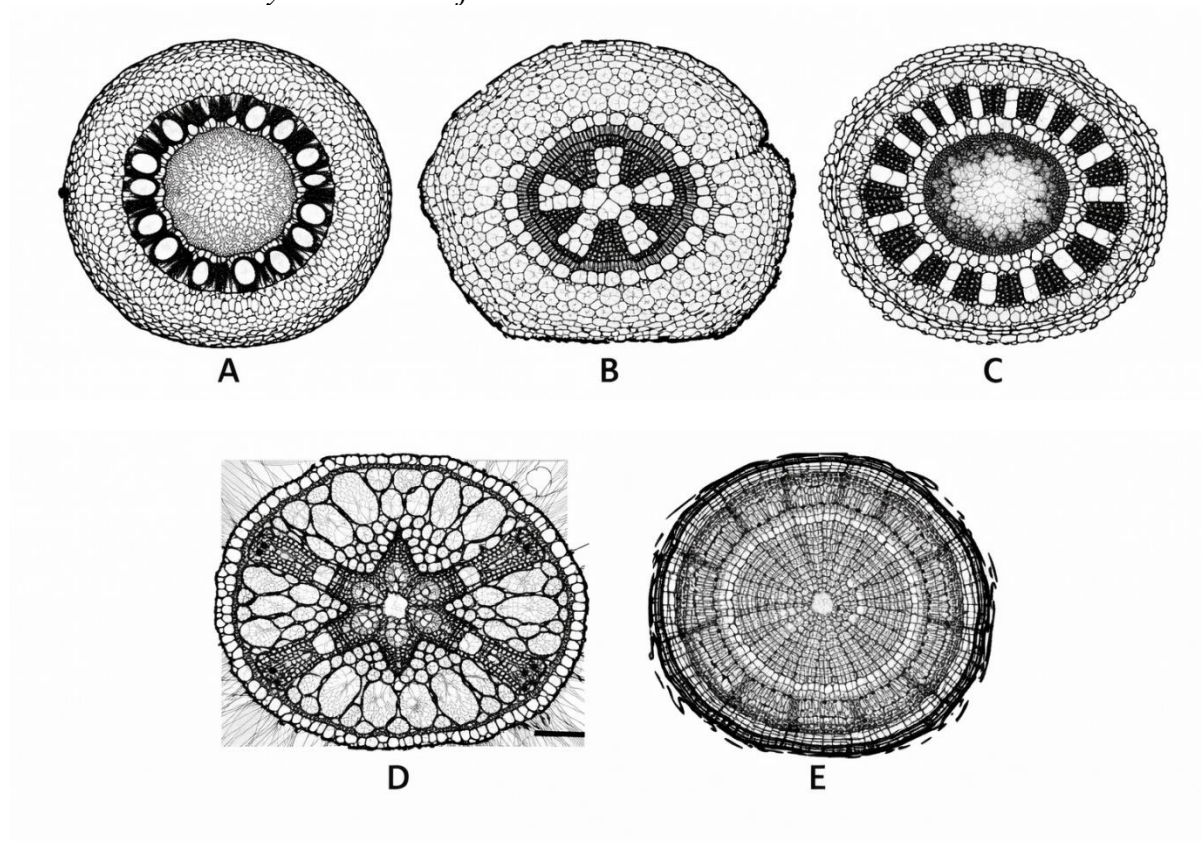


D.



E.

54. Melyik ábra mutatja az érett rizs gyökerének (hajtáshoz közeli) keresztmetszeti képét!
Válassza ki a helyes válasz betűjelét!



55. Egy rizsnövény gyökérsejtje sóstressz hatására hirtelen magasabb oldottanyag-koncentrációjú talajoldattal kerül kapcsolatba. A sejtmembrán ép, az anyagsere működik, de kezdetben nem halmoz fel további oldott anyagokat a sejt belsejében. Az alábbi állítások közül melyik írja le helyesen a sejtben bekövetkező kezdeti változásokat a vízpotenciál (Ψ), az ozmotikus potenciál (Ψ_s) és a turgornyomás (Ψ_p) tekintetében?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. A sejt vízpotenciálja csökken, mert a turgornyomás nő a megnövekedett külső sókoncentráció hatására.
 B. A sejt ozmotikus potenciálja a sóstressz kezdeti szakaszában még nem változik jelentősen, miközben a turgornyomása csökken a víz kiáramlása miatt.
 C. A sejt vízpotenciálja nő, mert a külső oldat magasabb sótartalma fokozza a víz beáramlását.
 D. A turgornyomás pozitív marad, mivel a sejtfa megakadályozza a vízvesztést.
 E. A sejt vízpotenciálját kizárólag az ozmotikus potenciál határozza meg, ezért a turgornyomás szerepe elhanyagolható.
56. Az alábbiak közül melyik változás nem a folyamatos sóstressz következménye?
Válassza ki a helyes válasz betűjelét!
- A. Csökken a növényi sejtek turgornyomása.
 B. A gázcsere nyílások záródnak.
 C. Gátlódik a fotoszintézis.
 D. A facsövekben a nyomáspotenciál abszolút értékben megnő.
 E. A sejtekben az ozmotikus potenciál abszolút értékben csökken.

57. Egy rizsnövény nappali, intenzív párologtatás során aktívan szállítja a vizet a talajból a levelek felé. Az alábbi állítások közül melyik írja le helyesen a vízpotenciál (Ψ) viszonyait ebben az esetben?

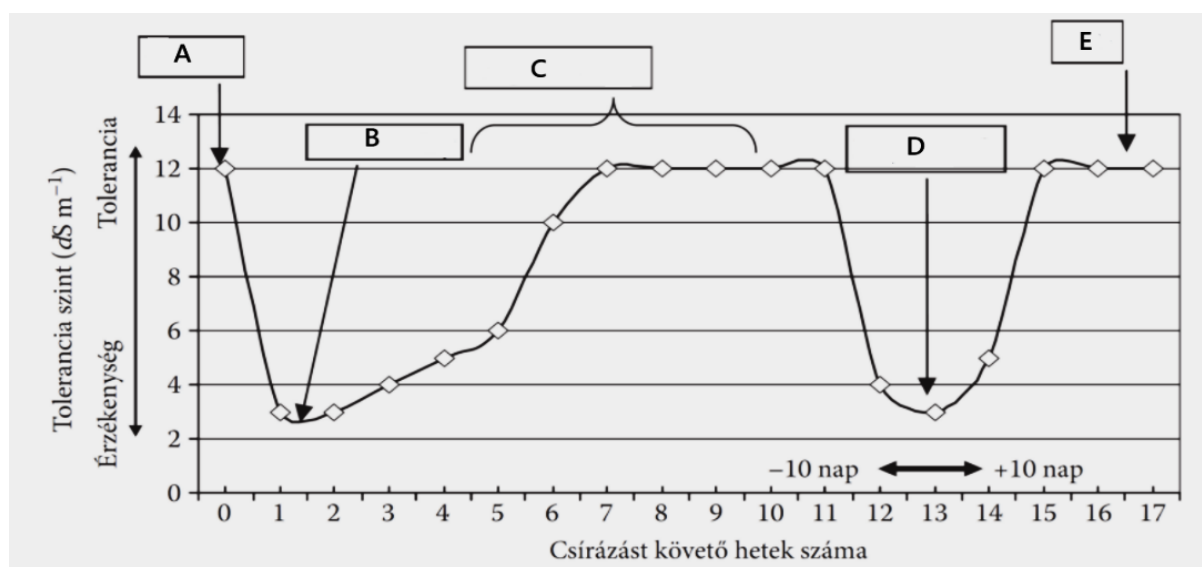
Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. A facsövek vízpotenciálja magasabb (kevésbé negatív), mint a talajoldaté.
- B. A gyökérsejtek vízpotenciálja alacsonyabb (negatívabb), mint a levélsejteké.
- C. A facsövek vízpotenciálja a gyökérsejtekénél alacsonyabb, de a levélsejtekénél magasabb.
- D. A talajoldat és a facsövek vízpotenciálja közel azonos, mivel a víz szabadon áramlik köztük.
- E. A levélsejtek vízpotenciálja magasabb, mint a talajoldaté, mivel fotoszintézis zajlik bennük.

Az ábra a növény teljes életciklusában mutatja be, hogyan reagál a rizs a sóstresszre az egyes életszakaszaiban. A vizsgálat során az elektromos vezetőképességet mérték, ami jó indikátora a sótartalomnak. Az elektromos vezetőképesség mértékegysége dS/m (deciSiemens/méter).

58. Melyik betűvel jelzett időszakban fejlődik ki a bugavirágzat?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!



59. A rizs virágzását több szabályozó gén irányítja. Rövid nappalon aktiválódik a *Hd1*, és ez aktiválja a *Hd3a* gént, ami a virágzást indítja el, viszont hosszú nappalon gátolja ugyanazt a gént. Az *Ehd1* egy kulcsfontosságú transzkripciós faktor, amely aktiválja a *Hd3a*-t, míg a *Ghd7* erős virágzásgátló gén hosszú nappalon. Mely megállapítások lehetnek igazak az eddigi leírások alapján? Válassza ki a nagybetűvel jelzett válaszlehetőségek közül azt, amelyik mindegyik (kisbetűvel jelölt) igaz állítást tartalmazza, és nem tartalmaz hamisat!

- a. A hazai rizsfajtákban a *Hd1* génváltozat csökkent vagy nem működő funkciót mutat.
- b. A hazai rizsfajtákban található *Ghd7* génváltozat nem nyomja el az *Ehd1* gén hatását.
- c. A hazai rizsfajtákban az *Ehd1*-expresszió lényegében nem függ a nappal hosszától.

- A. a, c
- B. a, b
- C. b, c
- D. a, b, c
- E. egyik sem

60. A rizsben a női ivarsejtek kialakulásának folyamata abból a szempontból hasonló az emberi szervezetben zajlóhoz, hogy egy diploid (csíravonalbeli) sejtből meiózissal azonos számban válnak funkcionálissá női ivarsejtek. Hány rizsszem keletkezik 100 makrospóra-anyasejtből, ha 100%-ban normális folyamatokat feltételezünk?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. 25 B. 50 C. 100 D. 400 E. 800

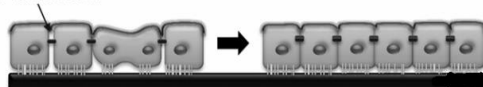
KONTAKTGÁTLÁS (5 PONT)

A normál emberi (állati) sejtek tenyésztésben csak addig osztódnak nagymértékben, ameddig a lemezen egy sejtnyi vastagságú folytonos réteget nem hoznak létre. A folyamatot, mely a sejtsűrűsége érzékenyen befolyásolja a sejtciklus lefolyását, kontaktgátlásnak nevezzük. Rákos sejtek esetén ez a szabályozórendszer is zavart szenved, így a sejtosztódás mértéke nem csökken akkor sem, ha már létrejött a folytonos réteg. Az E-cadherin egy transzmembrán fehérje. Segítségével a sejtek össze tudnak kapcsolódni, ezáltal elősegíti a kontaktgátlást.

Normál sejtek

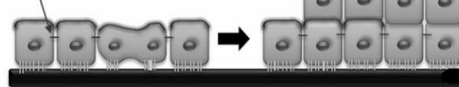
1.

E-cadherin



Rákos sejtek

2. Mutáció: csökken az E-cadherin expresszója



1. ábra

61. Olvassa el figyelmesen az alábbi, római számokkal jelölt állításokat, és döntse el, hogy a fenti szövegből és az 1. ábrából nyerhető információk

- a) alátámasztják az állítást.
- b) ellentmondanak az állításnak.
- c) nem támasztják alá, és nem is mondanak ellent az állításnak.

- I. Az E-cadherint mindkét szomszédos sejt termeli.
- II. A rákos sejtek osztódása nagymértékben függ a lemez tápanyagtartalmától.
- III. Az E-cadherin alacsony sejtsűrűség mellett teljesen inaktív.

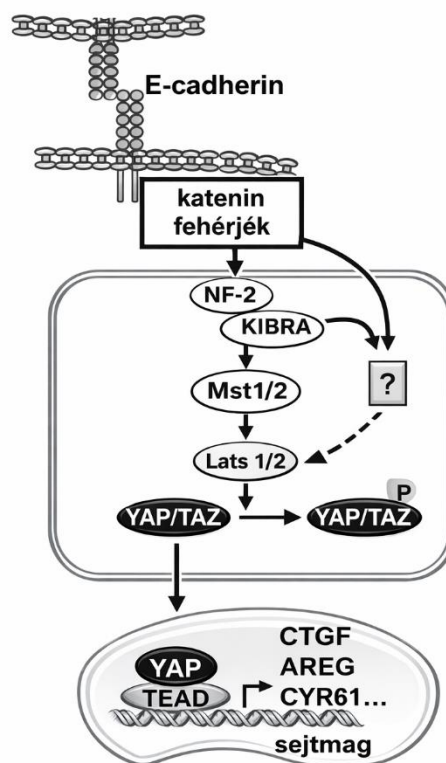
Párosítsa a számokkal (I., II., III.) és a kisbetűkkel (a, b, c) jelölt állításokat egymással! Melyik nagybetűs válaszlehetőség mutatja a számok sorrendjében a helyes megoldásokat?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Ia, IIb, IIIc
- B. Ib, IIa, IIIc
- C. Ic, IIc, IIIb
- D. Ib, IIa, IIIb
- E. Ia, IIc, IIIb

Az E-cadherin fehérjék különböző belső jelátviteli útvonalakat aktiválhatnak. A 2. ábrán a folytonos vonalas nyilak mind serkentő hatást jeleznek. Ezek közül az egyik az ábrán látható Hippo-jelátviteli útvonal. A YAP/TAZ egy transzkripciósfaktor, sejtosztódásért felelős géneket aktivál. A Lats1/2 foszforilálja a YAP/TAZ-komplexet.

A 2. ábra és a szöveg tanulmányozása után válaszoljon a 62–63. feladatok kérdéseire!



2. ábra

62. Mely megállapítás(ok) igaz(ak) az E-cadherinekről közötti kötés kialakulása utáni állapotokra? *Válassza ki a nagybetűkkel jelzett válaszlehetőségek közül azt, amelyik mindegyik (kisbetűvel jelölt) igaz állítást tartalmazza, és nem tartalmaz hamisat!*

- a. Fokozódik a sejtosztódás.
- b. A YAP/TAZ foszforilálódik.
- c. A katenin gátolja a Lats1/2 működését.
- d. Gátolt a sejtosztódást elősegítő, illetve a kontaktgátlás feloldásában szerepet játszó gének transzkripciója.

A. a, b, c B. b, c, d C. b, d D. d E. a, c

63. Olvassa el figyelmesen az alábbi, római számokkal jelölt állításokat, és döntse el, hogy a fenti szövegből és a 2. ábrából nyerhető információk

- a. alátámasztják az állítást.
- b. ellentmondanak az állításnak.
- c. nem támasztják alá, és nem is mondanak ellent az állításnak.

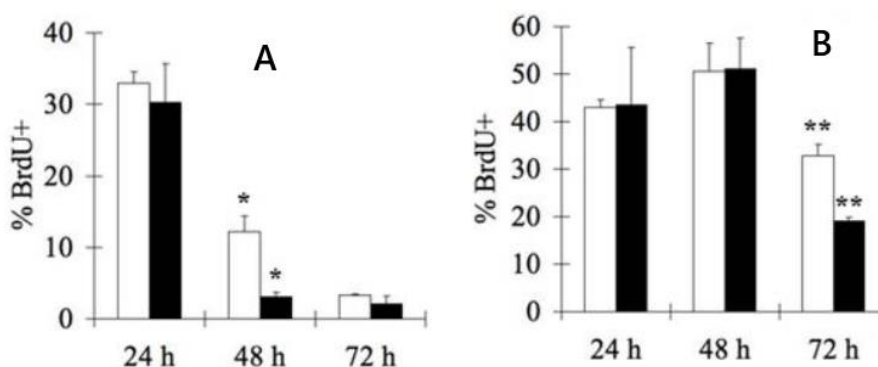
- I. A Lats1/2 lehet egy daganatelnemző fehérje.
- II. Ha csökken az E-cadherin-aktivitás, a YAP/TAZ komplex foszforilációja fokozódik.
- III. Rák esetén csökkent a Hippo-jelátviteli útvonal aktivitása.

Párosítsa a számokkal (I., II., III.) és a kisbetűkkel (a, b, c) jelölt állításokat egymással! Melyik nagybetűs válaszlehetőség mutatja a számok sorrendjében a helyes megoldásokat? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

A. Ia, IIb, IIIc B. Ib, IIa, IIIc C. Ia, IIc, IIIb
D. Ia, IIb, IIIa E. Ic, IIb, IIIc

A kontaktgátlást több tényező is befolyásolhatja. A növekedési faktorok a sejteket stimulálva elősegítik azok osztódását. Fontos szerepet játszik a jelenlétük, vagy éppen a hiányuk a kontaktgátlásban is. Miként illeszkednek ezek a molekulák a kontaktgátlás folyamatába? A humán tejmirigyből származó sejtenyészetet a kísérlet kezdetétől két különböző EGF-koncentráció (EGF: epidermal growth factor – növekedési faktor) jelenlétében tenyésztették. A 3. ábra A részén látható kísérletben (A kísérlet) 0,1 ng/ml, a B részén látható kísérletben (B kísérlet) 1 ng/ml koncentrációt alkalmaztak.

A tenyészet DNS-szintézisét egy fluoreszcensen jelölt timin-analóg molekula (BrdU) beépülésével követték nyomon. A BrdU-t a megadott tenyésztési időpontok (24, 48 és 72 óra) végén, meghatározott ideig adták a sejtekhez. Azt nézték, hogy a BrdU hány százaléka épül be az új DNS-számba. A vizsgálat eredményét a 3. ábra mutatja. A tenyészet szélén, illetve a közepén elhelyezkedő sejtek DNS-szintézisét a fekete és fehér oszlopok jelölik (nem feltétlenül ebben a sorrendben).



3. ábra

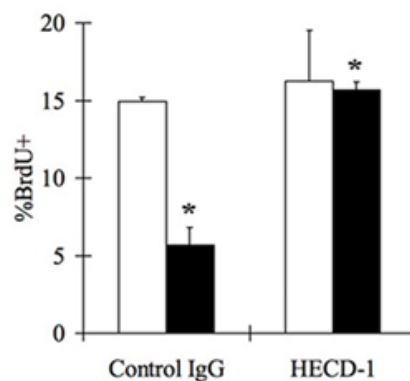
A BrdU beépülése a sejtekbe, amelyeket kezdetben 5×10^3 sejt/cm² koncentrációban oltottak be és a megadott EGF-dózisokkal kezeltek 24, 48 és 72 órán át.

64. Melyik állítás igaz a kísérlet 72 órája alatt bekövetkező folyamatokra?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Az E-cadherin által közvetített kontaktgátlás csak akkor vált ki térbeli mintázatokat a sejtciklus-aktivitásban, ha az egy sejtre jutó EGF molekulák száma egy küszöbérték alá csökken.
- B. Mind a perifériás, mind a középén elhelyezkedő sejtek teljesen abbahagyták az osztódást.
- C. Magasabb EGF koncentráció mellett jobban érvényesül az E-cadherin által közvetített kontaktgátlás, mint alacsonyabb EGF koncentráció mellett.
- D. A tenyészet szélén elhelyezkedő sejtek DNS-szintézisét fekete, a középén elhelyezkedőket a fehér oszlop jelöli.
- E. A B kísérletben hamarabb alakult ki a kontaktgátlás.

Ezután kétféle antitesttel kezelték az A kísérletben alkalmazott EGF koncentrációval kezelt sejteket: kontrollként egérből származó IgG-vel, és egy E-cadherinre specifikus antitesttel (HECD-1). 48 óra elteltével vizsgálták a sejtek DNS-szintézisét. Az oszlopok jelölése megegyezik a korábbiakkal.



65. Melyik állítás igaz az ábra (oszlopdiagram) alapján? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A HECD-1 kezelés a rákos elváltozáshoz hasonló osztódási mintázatot idézett elő.
- B. Az E-cadherin fontos szerepet játszik az osztódás térbeli mintázatát kialakító folyamatokban.
- C. Az Ig-G is kötődik kb. 1/3 arányban az E-cadherin fehérjéhez a HECD-hez képest.
- D. Az A és a B állítás is igaz.
- E. Az A, a B és a C állítás is igaz.

DEFEKTES EFFEKTEK (6 PONT)

A Warburg- és a Crabtree-effektusra is jellemző, hogy az ebben részt vevő sejtek oxigén jelenlétében is erjedéssel nyernek energiát. Az eltérés az, hogy míg az élesztő sejtekben jelentkező Crabtree-effektus kialakulása a tartósan magas glükózkoncentrációnak köszönhető, addig a rákos sejteknél megfigyelhető Warburg-effektus mutációk hatására alakul ki.

A Warburg-effektusban résztvevő sejtek anyagcseréjét radioaktív fluorizotópot tartalmazó fluorodezoxi-glükóz (FDG) segítségével lehet vizsgálni. Az FDG nem képes végighaladni a glikolízis folyamatán (1. ábra), ennek következtében az először kialakuló foszfátészter formájában halmozódik fel. Mennyisége a radioaktív sugárzás révén meghatározható, ami arányos a sejt által felvett glükóz mennyiségével. A mérést glükózt és FDG-t egyaránt tartalmazó tápoldat segítségével végzik el, melyből a sejtek az oldatban megfigyelhető arányban veszik fel a glükózt és az FDG-t, a glükóz és az FDG aránya a különböző koncentrációjú tápoldatokban megegyezik.

66. Melyik megállapítás igaz az FDG sejtben belüli átalakításával kapcsolatban a feladatban leírtak és az 1. ábra alapján?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Ha a sejt csak FDG-t használna fel a glikolízishez, akkor a glikolízis enzimei közül a hexokináznak volna a legnagyobb az aktivitása.
- B. Amennyiben az FDG a glikolízisbe belépő molekula, akkor a glikolízis enzimei közül a legnagyobb aktivitással a foszfoglukóz-izomeráz enzim rendelkezik.
- C. Amennyiben az FDG a glikolízisbe belépő molekula, akkor a glikolízis enzimei közül a legnagyobb aktivitással az aldoláz enzim rendelkezik.
- D. Az FDG glikolízis során történő átalakítása következtében nem változik a sejt ATP szintje.
- E. Az FDG átalakítása azért áll le, mert a glikolízis során keletkező NADH nem képes NAD⁺-koenzimmé vissza alakulni.

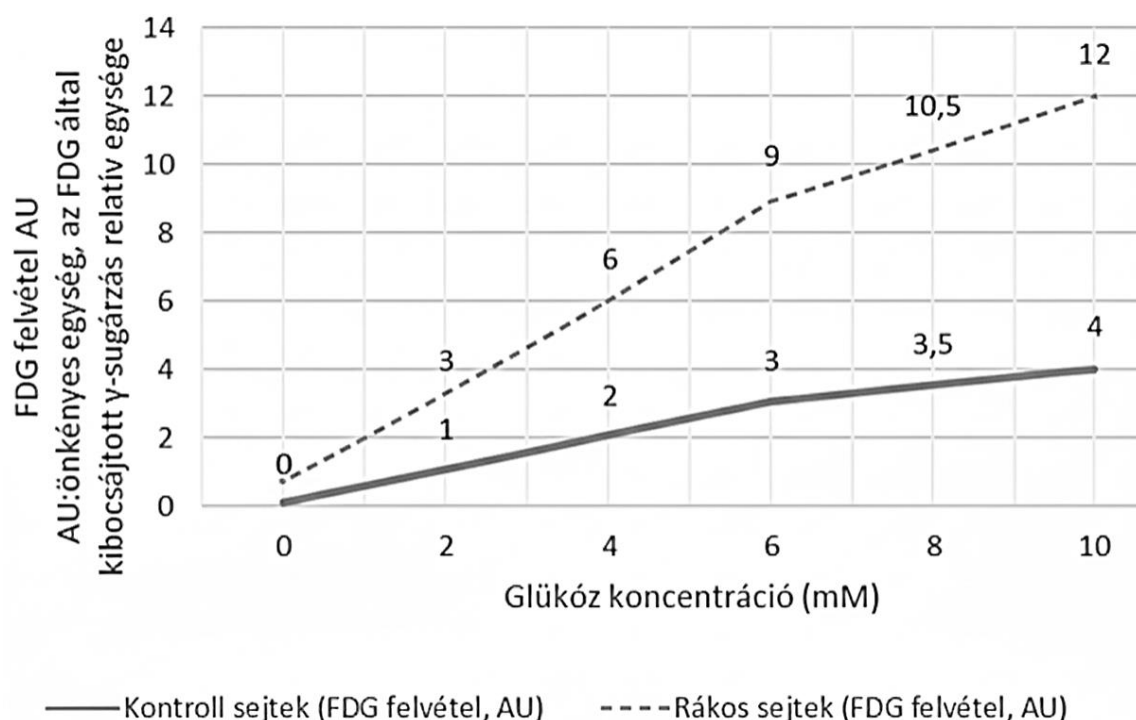
67. Melyik megállapítás igaz az alábbiak közül? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A kontroll (nem rákos) és a rákos sejtek glükóz felvétele között megfigyelhető eltérés valószínűleg az FDG radioaktivitása miatt kialakuló mutációknak köszönhető.
- B. Az FDG sejthártyán keresztül történő felvételéhez a glükóz molekulához képest eltérő glükóztranszport rendszer szükséges.
- C. A rákos és az egészséges sejtek anyagcseréjének eltérését vizsgálni lehetne a sejt által leadott oxigén térfogatának mérésével.
- D. A rákos és az egészséges sejtek anyagcseréjének eltérését vizsgálni lehetne a sejten kívüli oldat radioaktív fluoridion tartalmának mérésével.
- E. Egyik megállapítás sem helyes.



1. ábra A glikolízis folyamata

A sejtek által felvett FDG segítségével összehasonlították a kizárólag biológiai oxidációt folytató kontroll és a Warburg-effektust mutató rákos sejtek lebontó anyagcseréjét (2. ábra).



2. ábra FDG felvétel kontroll és rákos sejtek esetében a tápoldat glükóz koncentrációjának függvényében (AU: önkényes egység, az FDG által kibocsátott γ -sugárzás relatív egysége)

A grafikon az FDG-felvételt mutatja azonos, előre rögzített időtartam alatt, különböző glükózkonzentrációjú tápoldatokban. Feltételezzük, hogy a tápoldatokban a glükóz és az FDG aránya azonos, és hogy az FDG-felvétel arányos a sejtek glükózfelvételével. A kontroll sejtekben a felvett glükóz teljes egészében biológiai oxidációval bomlik le, amely során 1 mol glükózból 32 mol ATP keletkezik. A rákos sejtekben a glükóz a Warburg-effektusra jellemző módon, kizárólag tejsavas erjedéssel hasznosul.

68. Melyik következtetés igaz a kontroll és a rákos sejtek azonos időegység alatti energia termelésével kapcsolatban? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. Azonos mennyiségű ATP-t termel a két sejtípus.
- B. 5,3333-szor több ATP-t termel a kontroll sejt a rákos sejthez képest.
- C. 10,6666-szor több ATP-t termel a kontroll sejt a rákos sejthez képest.
- D. 5,3333-szor több ATP-t termel a rákos sejt a kontroll sejthez képest.
- E. Mivel a feladat nem adta meg, hogy a sejtközi tér mely glükóz koncentrációjánál kell az összehasonlítást végezni, ezért a kérdést nem lehet megválaszolni.

A rákos sejt Warburg-effektusa csak akkor képes hosszú távon működni, ha a sejtben itt leírt transzportrendszerek mindegyike aktiválódik. Ezek hatásai egymást befolyásolják.

- MCT4 (monocarboxylate transporter) rendszer csatornafehérjéjén a szerves savak transzportálódnak.
- H^+ ATP-ázok protonpumpák, elsődleges aktív transzportot folytatnak.
- NHE-1: Na^+ -t és H^+ -t mozgat úgy, hogy közben a sejt töltése és ATP szintje nem változik
- A sejtfelszíni szénsavanhidráz a $H_2O + CO_2 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$ átalakulást katalizálja, ezáltal biztosítja a HCO_3^- utánpótlását és a megfelelő pH-viszonyokat, amelyek szükségesek a Na^+/HCO_3^- transzporter hatékony működéséhez. A transzport energetikai hajtóerejét a Na^+/K^+ -ATPáz által fenntartott Na^+ -gradiens adja.

69. A **színes melléklet II. ábráján** látható táblázatban található lehetőségek közül melyek azok, amelyek helyesen írják le a Warburg-effektussal glükózt átalakító rákos sejt sejtmembránján az MCT4 és a H^+ ATP-áz transzport rendszereken keresztül megvalósuló folyamatokat? *A helyes válasz betűjeleit írja a válaszlap megfelelő helyére!*

70. Az **színes melléklet III. ábráján** látható táblázatban található lehetőségek közül melyek azok, amelyek helyesen írják le a Warburg-effektussal glükózt átalakító rákos sejt sejtmembránján a és az a NHE-1 és a Na^+/HCO_3^- transzport rendszereken keresztül megvalósuló folyamatokat? *A helyes válasz betűjeleit írja a válaszlap megfelelő helyére!*

71. Az alább felsoroltak közül melyik megállapítás igaz?

Válassza ki a helyes megoldás betűjelét!

- A. Azonos anyagcseretermék keletkezik a két effektus során.
- B. Mindkét effektus a környezeti tényező megváltozására adott adaptív válasznak tekinthető.
- C. Mindkét effektusnál azonos mennyiségű glükózból, azonos mennyiségű ATP szabadul fel.
- D. Mindkét effektus esetében a glükóz bontása pozitív NADH mérleggel zárul.
- E. A vörösvértest lebontó anyagcseréjét magyarázni lehet a Crabtree-effektus segítségével.

VÁLASZLAP

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____ cm^3

6. _____ %-kal nő

7. a: b: c: _____

8. A B C D E

9. A B C D E

10. A B C D E

11. _____

12. A B C D E

13. A B C D E

14. A B C D E

15. _____

16. A B C D E

17. _____

18. _____

19. _____ %

20. _____

21. _____

22. _____

23. Első: Utolsó: _____

24. A B C D E

25. A B C D E

26. A B C D E

27. A B C D E

28. A B C D E

29. A B C D E

30. A B C D E

31. _____

32. A B C D E

33. A B C D E

34. A B C D E

35. A B C D E

36. A B C D E

37. A B C D E

38. _____

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. A B C D E

47. A B C D E

48. A B C D E

49. A B C D E

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. 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. A B C D E
64. A B C D E
65. A B C D E
66. A B C D E
67. A B C D E
68. A B C D E
69. MCT4: H⁺ATP-áz:
70. NHE-1: Na⁺/HCO₃⁻:
71. A B C D E

A jó válaszok száma:

A rossz válaszok száma: