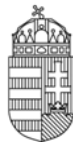


Kódszám:



OKTATÁSI HIVATAL

A 2023/2024. 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 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 megoldási séma minden feladatnál megtalálható.

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

Elért pontszám:

Bizottsági tagok aláírása: .....

.....  
.....

**A VERSENYZŐ ADATAI**

Kódszám:

A versenyző neve: ..... oszt.: .....

Az iskola neve: .....

Az iskola címe: ..... irsz. .... város

..... utca ..... hsz.

Az Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyek megvalósulását az NTP-TMV-M-23 projekt támogatja



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS  
MINISZTERIUM

Nemzeti  
Tehetség Program

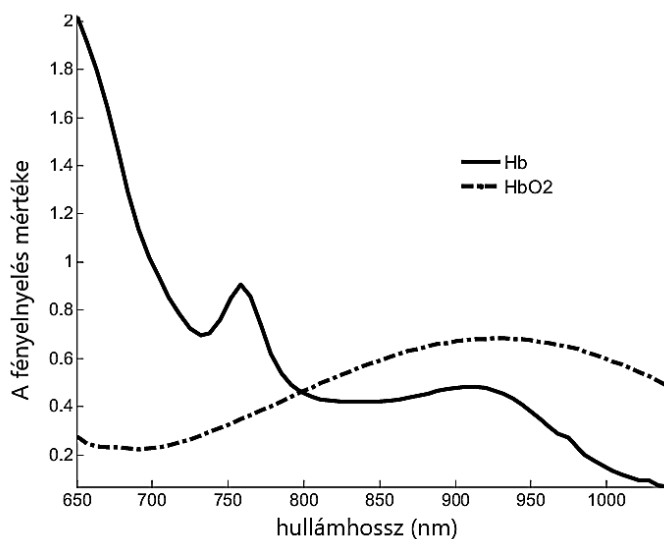
**A FELADATLAP A 3. OLDALTÓL A 34. OLDALIG A VERSENYZŐNÉL MARADHAT,  
CSAK A BORÍTÓLAPOT (1., 2., 35., 36. OLDALT) KÉRJÜK TOVÁBBKÜLDENI!**

**KÉRJÜK, ERRE AZ OLDALRA NE ÍRJON!**

### A FOTOSZINTÉZIS (7 PONT)

A fotoszintézis vizsgálatában kiemelkedő volt Robin Hill szerepe. 1937-es kísérlete nagyon fontos lépést jelentett a fotoszintézis részfolyamatainak feltárásában. Korábbi kísérletek esetében komoly nehézséget jelentett, hogy nem tudták pontosan mérni a képződő oxigén mennyiségét. Hill ezt úgy oldotta meg, hogy hemoglobint adott a fotoszintetizáló zöld színtesteket tartalmazó oldathoz.

A hemoglobin oxigént nemkötő (dezoxihemoglobin, Hb) és oxigént kötő (oxihemoglobin, HbO<sub>2</sub>) formájának eltérő a fényelnyelése. Ezt lehet kihasználni a két forma arányának meghatározásához. A hemoglobint tartalmazó oldat fényelnyelését két hullámhosszon (660 nm és 940 nm) mérik a vizsgálat során. A két forma elnyelését az 1. ábra mutatja.



1. ábra: Az oxigént kötő (Hb) és oxigént nem kötő (HbO<sub>2</sub>) hemoglobin fényelnyelésének (abszorbanciájának) mértéke. Mindkét oldat csak a hemoglobin megadott formáját tartalmazta. A koncentrációjuk azonos volt (a fényelnyelés egyenesen arányos az oldat koncentrációjával), és a fény ugyanakkora utat tett meg bennük.

1. Hogyan lehet meghatározni a fényelnyelés mérésével, hogy egy dezoxi- és oxihemoglobint is tartalmazó oldat milyen arányban tartalmaz oxihemoglobint? (Az oldat többi anyagának fényelnyelését tekintjük elhanyagolhatónak a két hullámhosszon.)

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. A 660 nm-en mért fényelnyelés alapján.
- B. A 940 nm-en mért fényelnyelés alapján.
- C. A 660 nm-en és 940 nm-en mért fényelnyelés összege alapján.
- D. A 660 nm-en és 940 nm-en mért fényelnyelés szorzata alapján.
- E. A 660 nm-en és 940 nm-en mért fényelnyelés hányadosa alapján.

Hill zöld színtesteket nyert ki növényi sejtekből. Ezeket oldatba helyezte, és ehhez adta a hemoglobint. Ezután eltávolította az oldatból az oxigént, így az összes hemoglobin oxigénhiányos állapotba került. Az eljárást elsötétített helyiségben végezte, hogy a színtestek ne kezdjenek el fotoszintetizálni. A kísérlet során állandó erősségű fényelvilágította meg az oldatot (az összes kísérletben ugyanolyan megvilágítást alkalmazott), és a hemoglobin fényelnyelésének változása alapján vizsgálta, mennyi oxigén képződött.

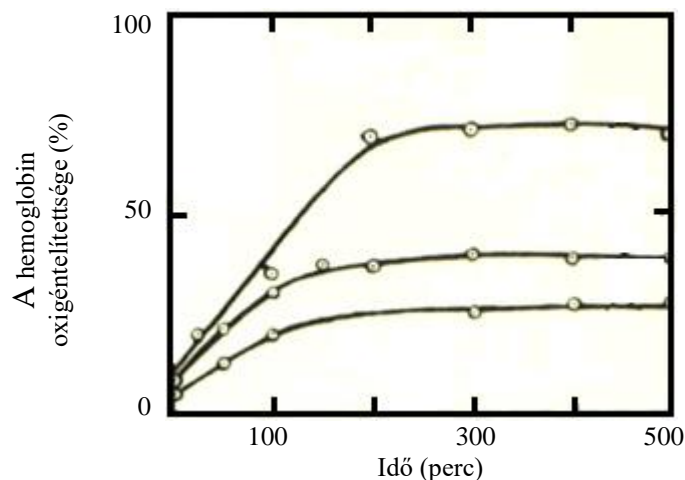
A kísérletek során Hill természetesen legtöbb esetben azt tapasztalta, hogy ha nem volt az oldatban szén-dioxid, akkor nem termelődött oxigén. Ugyanakkor meglepő módon akkor sem képződött oxigén, ha volt szén-dioxid az oldatban. (Később kiderült, hogy azért nem ment végbe a reakció, mert a Hill által alkalmazott módszer során károsodott a színtestek membránja. Emiatt a színtestek alapállományának (sztrómájának) tartalma kiáramlott az oldatba, így az ott végbemenő folyamatok nem tudtak lezajlani. A kísérlet idején sem a színtestek pontos felépítését, sem a működését nem ismerték.)

Azonban, ha növényi vagy élesztő kivonatot adott a szétesett színtesteket tartalmazó oldathoz, akkor oxigénképződést tapasztalt. Később kiderítette, hogy ez a kivonat vastartalmának volt köszönhető: ha  $\text{Fe}^{3+}$ -ionokat tartalmazó anyagot adott az oldathoz, akkor végbement az oxigéntermelés. (A  $\text{Fe}^{3+}$ -ion viszonylag könnyen  $\text{Fe}^{2+}$ -ionná tud alakulni.)

2. A fotoszintézis normál folyamatának melyik anyagát helyettesítették a  $\text{Fe}^{3+}$ -ionok a kísérletben? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. klorofill
- B. ADP
- C.  $\text{NADP}^+$
- D. glükóz
- E. víz

A 2. ábrán Hill egyik kísérletének eredménye látható. A színtestek működése során az idő függvényében mérte a hemoglobin oxigéntelítettségének (szaturációjának) változását. A grafikonon három vizsgálat eredménye látható. Ezek esetében csak egyetlen tényezőt változtatott meg, minden más körülmény megegyezett. A pontok a mért adatokat jelzik, a vonalak illesztett görbék.



2. ábra: A hemoglobin oxigéntelítettségének (szaturációjának, %) változása az idő függvényében a színtestek működésének vizsgálata során.

3. Melyik tényezőt változtatta Hill a három vizsgálat során az alábbiak közül?

*Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A  $\text{Fe}^{3+}$ -ionok koncentrációját az oldatban.
- B. A szén-dioxid koncentrációját az oldatban.
- C. A fényerősséget.
- D. A színtestek koncentrációját az oldatban.
- E. Az oldat hőmérsékletét.

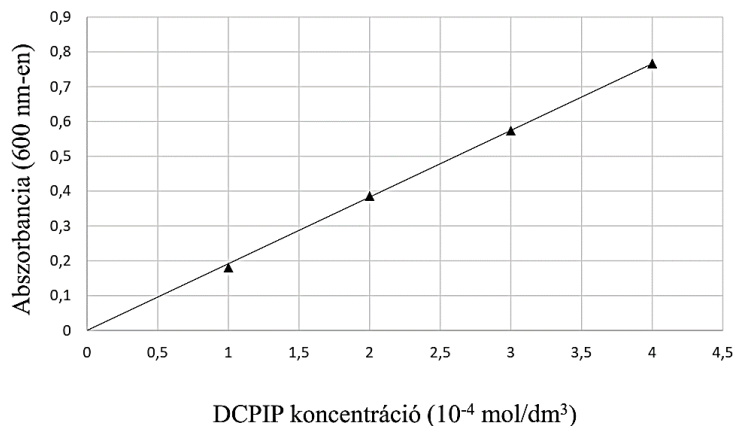
4. Mi okozta, hogy egy idő után megállt a hemoglobin molekulák oxigéntelítettségének növekedése a kísérletben? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
- A reakció elérte a maximális sebességet.
  - A hemoglobin molekulák már nem tudtak több oxigént megkötni.
  - Abban a szakaszban már nagyon lecsökkent az oldat szén-dioxid koncentrációja.
  - Elfogytak a  $\text{Fe}^{3+}$ -ionok az oldatból.
  - Az egyenletessé válás után a fényerősség határozta meg, hogy milyen gyorsan megy végbe a folyamat.
5. Mit bizonyított Hill kísérlete? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
- A fotoszintézis sebessége egyenesen arányos a fényerősséggel.
  - Az eukariótákban a fotoszintézis teljes mértékben a szintestekben megy végbe.
  - Az oxigéntermelésért felelős szakasz végén az elektron nem közvetlenül szén-dioxidra kerül.
  - A fotoszintézis fényszakaszában ATP termelődik.
  - A szintestek mesterséges körülmények között vasionokból is képesek glükózt előállítani.

Ma a Hill által felfedezett (és róla Hill-reakciónak elnevezett) folyamat vizsgálatára már nem a Hill által használt vasionot tartalmazó anyagot, hanem a DCPIP (2,6-diklórfenol-indofenol) nevű vegyületet használják. Ez ugyanazt a szerepet tölti be a kísérletben, mint a  $\text{Fe}^{3+}$ -ion Hill kísérletében, de előnye, hogy míg a DCPIP sok fényt nyel el, ezért kék színű, a belőle képződő termék színtelen. Az oldat fényelnyelését 600 nm-en mérik (ezen a hullámhosszon a legnagyobb az elnyelése). Az oldat fényelnyeléséből számolt abszorbancia (A) nevű, mértékegység nélküli mennyiség egyenesen arányos az oldat koncentrációjával. Az összefüggést a Lambert-Beer törvény adja meg:

$$A = \varepsilon * c * l$$

- A = abszorbancia
- $\varepsilon$  = moláris abszorpciós együttható (adott anyag esetén, adott hullámhosszon állandó az értéke)
- c = a vizsgált anyag koncentrációja az oldatban
- l = a fényút hossza (azt adja meg, mekkora távolságot tesz meg a fény az oldatban)

A koncentráció és az abszorbancia közötti összefüggés meghatározásához kalibrációs görbét kell készíteni. Ehhez ismert DCPIP koncentrációjú oldatok abszorbanciáját mérjük meg, majd az adatokat grafikonon ábrázoljuk, végül az adatpontokra egyenest illesztünk. Az eredmény a 3. ábrán látható. A mért adatokat a háromszögek jelzik.



3. ábra: Kalibrációs görbe: a DCPIP oldat abszorbanciája a koncentráció függvényében.

6. Mennyi a moláris abszorpciós együttható a kalibrációs görbe alapján, ha a fényút hossza 1 cm volt a mérés során? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A.  $0,19 \frac{\text{mmol} \cdot \text{cm}}{\text{dm}^3}$   
B.  $1,9 \frac{\text{mmol} \cdot \text{cm}}{\text{dm}^3}$   
C.  $1900 \frac{\text{mol} \cdot \text{cm}}{\text{m}^3}$   
D.  $5,3 \frac{\text{mmol} \cdot \text{cm}}{\text{dm}^3}$   
E.  $53 \frac{\text{mmol} \cdot \text{cm}}{\text{dm}^3}$

A következőkben 100 ml oldatban szintestek fotoszintézisét vizsgáljuk a DCPIP segítségével.

A kísérlet előtt megmérjük a DCPIP abszorbanciáját az oldatban, az értéke 0,655.

Ezután a szintesteket tartalmazó oldatot 2 percen keresztül megvilágítjuk, majd mintát veszünk az oldatból, és ennek is megmérjük az abszorbanciáját. Ezúttal 0,275 értéket mértünk. (A fényút hossza ezekben az esetekben is 1 cm.)

Tételezzük fel, hogy a megvilágítás során a fotoszintézis sebessége végig állandó volt.

Ezen felül tudni kell, hogy 1 mol O<sub>2</sub> képződése során 2 mol DCPIP alakul át.

7. Számolja ki, mennyi az oxigén képződésének sebessége adott mennyiségű oldatban, azaz hány mikromól oxigén képződik 1 dm<sup>3</sup> oldatban 1 másodperc alatt.

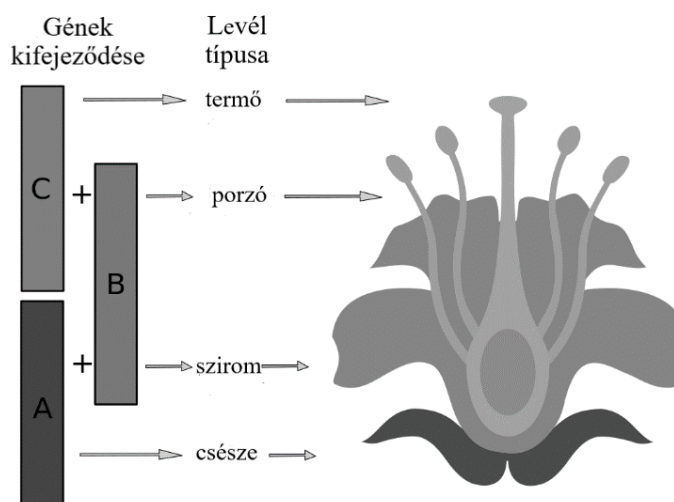
*Válaszát két tizedesjegy pontossággal,  $\frac{\mu\text{mol}}{\text{dm}^3 \cdot \text{s}}$  mértékegységben adja meg, és írja a válaszlapon megfelelő helyére!*

### A VIRÁGFEJLŐDÉS SZABÁLYOZÁSA (7 PONT)

A virág fejlődését magyarázó népszerű tudományos modell az ABC modell (1. ábra). Eszerint a virág fejlődését alapvetően három különböző típusú gén befolyásolja, ezeket „A”-val, „B”-vel és „C”-vel jelöljük.

A gének a virág különböző köreibben fejeződnek ki. Attól függ, hogy egy levél mivé fejlődik, hogy melyik gének fejeződnek ki benne. Ha csak az „A” gén fejeződik ki, csészelevél jön létre, ha az „A” és a „B” gén is, akkor szirmlevél, ha a „B” és a „C” gén is, akkor porzó, ha pedig csak a „C” gén, akkor termő fejlődik. Az „A” és a „C” gén nem tud egyszerre kifejeződni, mert kölcsönösen gátolják egymás expresszióját. Ha azonban egy mutáció miatt valamelyikük nem fejeződik ki, a másik gén felszabadul a gátlás alól, és az összes körben kifejeződik. (Tehát ha például a „C” gén nem működik, az „A” az összes körben kifejeződik.) Ha egyik gén sem fejeződik ki az adott részben, az lomblevéllé fejlődik (bár a szerkezete sokszor nem szabályos.)

Természetesen az ABC modell egyszerűsítve írja le a virág fejlődését, számos más gén és környezeti hatás is befolyásolja azt. Emiatt nem mindig pontosan a várt eredményt kapjuk a modell alkalmazásakor.



1. ábra: Az ABC modell vázlatos ábrázolása

Annak feltárására, hogy mely gének töltik be a modell három génjének szerepét a valóságban, különböző lúdfű (kétszikű növény) mutánsokat vizsgáltak. Homozigóta mutánsokat hoztak létre, melyeket különböző hőmérsékleten neveltek. Kontrollként a vad típusú (nem mutáns) növényvel hasonlították össze őket.

A kapott fenotípusokat az alábbi táblázat tartalmazza:

Növény (mutáns)	Hőmérséklet	1. kör	2. kör	3. kör	4. kör
vad típus	16-25 °C	csésze	szirm	porzó	termő
<i>ag</i>	16-25 °C	csésze	szirm	szirm	csésze és szirm
<i>ap3</i>	16 °C	csésze	csészeszerű szirm	porzó	termő
	29 °C	csésze	csésze	termő	termő

Tekintsük a következő mutációkat:

- A. Az „A” gén nem fejeződik ki a mutáció miatt.
- B. Az „B” gén nem fejeződik ki a mutáció miatt.
- C. Az „C” gén nem fejeződik ki a mutáció miatt.
- D. A „B” gén mind a négy körben kifejeződik.
- E. A „C” gén a legkülső (csésze) körön kívül minden körben kifejeződik.

*A következő három feladatban (8-10. feladat) arra keressen választ, hogy a táblázatban szereplő mutánsok közül melyik mutáns melyik mutációnak feleltethető meg a fentiek (A-E) közül! Mindegyik esetben a mutáció betűjével válaszoljon!*

(Ne felejtse, hogy más gének hatása miatt nem biztos, hogy pontosan az ABC modell által megjósolt eredményt kapjuk!)

8. Melyik típusú mutáció történt az *ag* mutánsban a kísérlet eredménye alapján?

*Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

9. Melyik típusú mutáció történt az *ap3* mutánsban a 29 °C-on végzett kísérlet eredménye alapján? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

10. **A színes mellékletben lévő I. ábra alapján** határozza meg, melyik típusú mutáció történt a „B” jelű képen látható növény esetében! (Az „A” jelű kép a vad típusú növényt ábrázolja.)

*Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

Tegyük fel, hogy létrehozunk egy olyan növényt, amely az *ag* és *ap3* mutációra nézve is homozigóta!

A virág szerkezetének felírásához használjuk a következő jelöléseket:

CS = csészelevél, Sz = szíromlevél, P = porzó, T = termő, L = lomblevél

Először írjuk fel a külső kör típusát, ezután befele haladjunk! (A normál virágszerkezet a megadott jelöléssel: CS – SZ – P – T.)

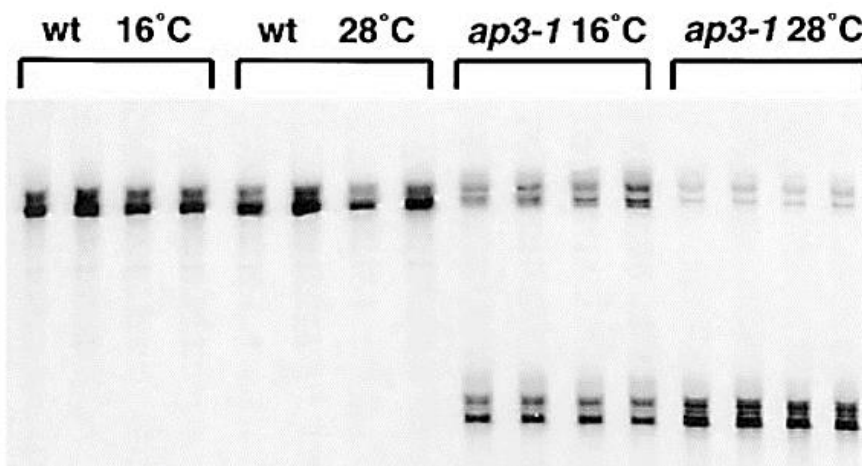
11. Írja fel egy 29 °C-on nevelt *ag-ap3* kétszeres mutáns növény virágjának várható szerkezetét a fent megadott módon! *Válaszát írja be a válaszlap megfelelő helyére!*



Az *ap3* mutánsok esetében érdekes jelenség, hogy a fenotípus a hőmérséklettől is függ. További kutatások kimutatták, hogy egy pontmutáció történt az *ap3* génben a vizsgált növényben, ami egy aminosavcserét okozott a gén által kódolt fehérjében.

Egy másik kutató a gén által kódolt érett mRNS-eket kezdte vizsgálni, hogy rájöjjenek, mi okozza a mutáció hatásának hőmérsékletfüggését. Izolálták az mRNS-eket, reverz transzkripcióval visszaírták DNS-sé, PCR-rel felsokszorozták a keresett mRNS DNS-átíratát, majd gélelektroforézis futtatást végeztek.

A futtatás eredménye a 2. ábrán látható. Az egymáshoz közeli dupla sávok a PCR-eljárás eredményeként jöttek létre, ugyanarról az mRNS-ről képződtek. Az egymáshoz közeli két sávot értelmezze egy sávként, mert a sávok megkettőződése csak az eljárás mesterséges mellékterméke!



2. ábra: A felsokszorozott PCR-termékek gélelektroforézisének eredménye. wt = vad típusú (nem mutáns) növény, *ap3-1* = homozigóta *ap3* mutáns növény (A gélben felül voltak a mintazsebek.)

12. Melyik állítások igazak a kísérlet eredménye alapján?

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

- A. A mutáns egyed génje rövidebb volt a vad típusúénál.
- B. A mutáns egyed génjében hamarabb volt STOP kodon, mint a vad típusúében.
- C. A mutáns egyed RNS-éből másként vágódnak ki szakaszok (intronok) az érése során, mint a vad típusúéből.
- D. A mutáns egyedben a génről átíródó fehérje minden esetben rövidebb, mint a vad típusú egyedben.
- E. Az egy aminosav eltérés a vad típusúéhoz képest azt eredményezi, hogy az *ap3* mutáns fehérjeje működésképtelen lesz.
- F. A homozigóta mutáns egyedekben a fehérje két különböző változata is előfordulhat.
- G. 16 °C-on a mutáns növényekben sincs jelen a fehérje nem működő változata, csak 28 °C-on.

13. Melyik állítás igaz az mRNS-ek által kódolt fehérjékkel kapcsolatban a kísérlet eredménye alapján? Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Az *ap3* mutáns növények felső sávjában lévő mRNS által kódolt fehérje teljesen megegyezik a vad típusúéval.
- B. A mutáns növények felső mRNS sávja által kódolt fehérje (nagyjából) normál működésű, az alsó sáv által kódolt nem működik.
- C. A mutáns növények alsó mRNS sávja által kódolt fehérje (nagyjából) normál működésű, a felső sáv által kódolt nem működik.
- D. Mindkét sáv mRNS-e (nagyjából) normál működésű fehérjét kódol, aminek azonban függ a működőképessége a hőmérséklettől.
- E. Egyik sáv mRNS-e sem kódol működőképes fehérjét.

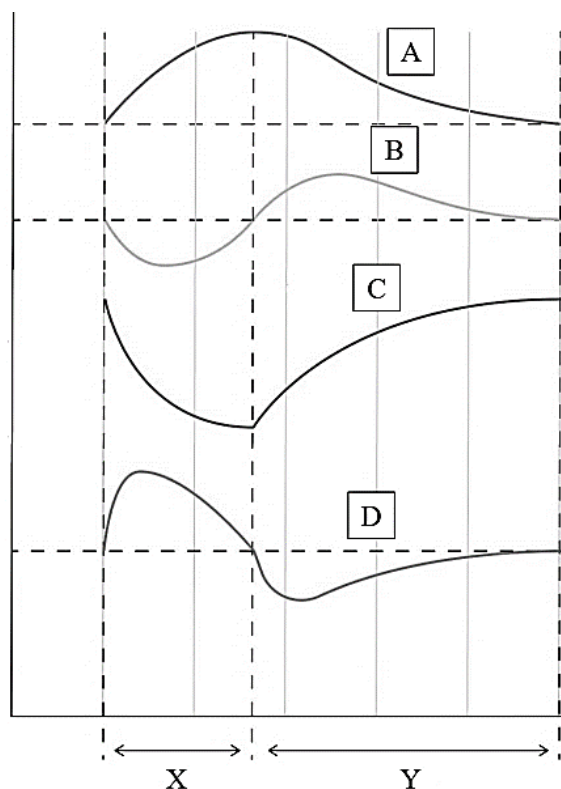
### LÉGZÉS ÉS ÁRAMLÁSTAN (6 PONT)

Az 1. ábrán látható grafikonok egy lélegzetvétel során bekövetkező változásokat mutatnak. A vízszintes tengelyen az időt tüntették fel, az X és Y betűjelek a be- és kilégzést mutatják (nem feltétlenül ebben a sorrendben).

Az A-D grafikonok a következő mennyiségeket ábrázolják (nem feltétlenül ebben a sorrendben): a levegő térfogatárama (a légcsövön egy perc alatt átáramló levegő térfogata) a légzés során ( $\text{dm}^3/\text{perc}$ ), a tüdő térfogata ( $\text{cm}^3$ ), a mellhártya két lemeze között uralkodó nyomás (Hgmm) és a tüdőben uralkodó nyomás (Hgmm).

Mind a négy mennyiséget más grafikonon ábrázolja.

(Az eredeti képen a függőleges tengelyen a különböző mennyiségeket egymás mellett ábrázolták. A tengelyfeliratokat eltávolítottuk.)



1. ábra: A légzés során bekövetkező változásokat bemutató grafikonok.

Tudjuk, hogy a „B” grafikon nyomásváltozást mutat.

14. Melyik válaszlehetőség tartalmazza kizárólag helyes párosításban a betűjeleket és a hozzájuk tartozó mennyiséget? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A – a levegő térfogatárama, C – a tüdőben uralkodó nyomás, D – a tüdő térfogata
- B. A – a tüdő térfogata, C – a tüdőben uralkodó nyomás, D – a levegő térfogatárama
- C. A – a mellhártya két lemeze közötti nyomás, C – a levegő térfogatárama, D – a tüdő térfogata
- D. A – a tüdő térfogata, C – a mellhártya két lemeze közötti nyomás, D – a levegő térfogatárama
- E. A – a mellhártya két lemeze közötti nyomás, C – a tüdő térfogata, D – a levegő térfogatárama

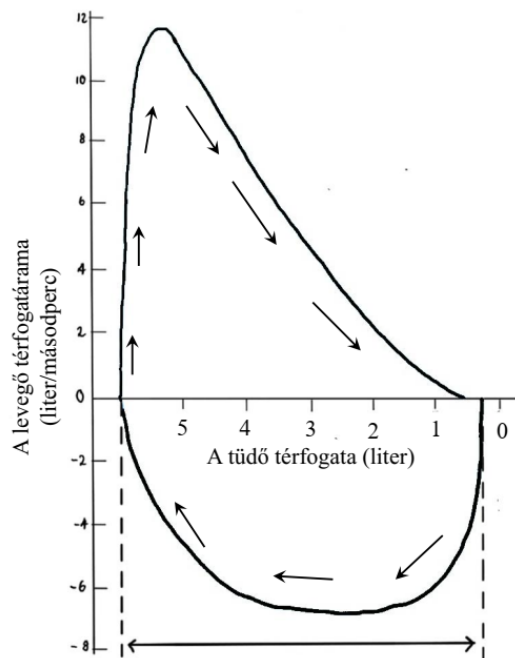
15. Melyik állítás igaz az alábbiak közül a grafikonok és az ismeretei alapján?

*Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A légáramlás grafikonján a negatív érték jelzi a tüdőből kifelé történő áramlást.
- B. A levegő térfogatáramának mértéke csak a tüdő és a légkör közti légnyomáskülönbségtől függ.
- C. A mellhártya két lemeze közötti nyomás a belégzés során kisebb, a kilégzés során nagyobb, mint a tüdőben levő nyomás.
- D. A tüdőben uralkodó és a mellhártya két lemeze között uralkodó nyomás különbsége a légzés során nem változik.
- E. A levegő átlagos térfogatáramának abszolút értéke megegyezik ki- és belégzés során.

A tüdő működésének vizsgálatára gyakran készítenek térfogat-térfogatáram görbéket. Egy ilyen görbe látható a 2. ábrán. A vizsgált személyt megkérik, hogy végezzen erőltetett légzést úgy, hogy egy mérőeszközbe (spirométer) fúj közben.

Így mérik a légzés során a kifújt / belélegzett levegő térfogatát és a térfogatáramot. Ezeket ábrázolják a grafikonon. Az időbeli változás irányát a nyilak mutatják.



2. ábra

16. Melyik állítások igazak az alábbiak közül?

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

- A. A görbe vízszintes tengely alatti része tartozik a kilégzéshez, a görbe feletti a belégzéshez.
- B. A térfogatáram pozitív értéke a levegő kiáramlását jelenti a grafikonon.
- C. A grafikon alapján meg lehet határozni a személy nyugalmi légzési térfogatát.
- D. A görbe alatti terület megfelel az adott légzés-szakasz időtartamának.
- E. A görbe x tengely alatti és feletti része közötti eltérés lehetséges magyarázata: a vizsgált belégzés aktív, a kilégzés passzív volt.
- F. A görbe x tengely alatti és feletti része közötti eltérés lehetséges magyarázata: a hörgők, hörgőcskék összenyomódtak a kilégzés során.
- G. A görbe x tengely alatti és feletti része közötti eltérés lehetséges magyarázata: a kilégzés során könnyebben áramlik a levegő a hörgőkben, mint a belégzés során.

A levegő térfogatárama ( $Q$ ) megegyezik a nyomáskülönbség ( $\Delta p$ ) és a csőrendszer ellenállásának ( $R$ ) a hányadosával:

$$Q = \frac{\Delta p}{R}$$

Egy cső ellenállása a Poiseuille-törvény alapján számolható ki. (Valójában csak bizonyos típusú áramlás esetén igaz, de most feltételezzük, hogy a légutakban csak ilyen áramlás történik.)

$$R = \frac{8 * \eta * l}{r^4 * \pi}$$

Jelölések:

- $\eta$ : viszkozitás (a levegőé a tüdőben uralkodó körülmények között:  $1,90 * 10^{-5}$  Pa\*s)
- $l$ : a cső hossza
- $r$ : a cső sugara

Az egymással párhuzamosan kapcsolt csövek együttes ellenállása kisebb, mint egy-egy cső ellenállása külön.

Egy személy esetében egy adott pillanatban a kilégzés során a térfogatáram  $10 \text{ dm}^3/\text{s}$ , a nyomáskülönbség a légútyagokban lévő levegő és a légkör között  $10 \text{ Pa}$ .

17. Mekkora átmérőjű,  $0,3$  méter hosszúságú csőnek felel meg a személy légútjának ellenállása? *Válaszát centiméterben, egy tizedesjegy pontossággal adja meg, és írja a válaszlapon megfelelő helyére!*

18. Szemben azzal, amit a Poiseuille-törvény alapján várhatnánk, a légutakban nem a legkisebb hörgőcskék, hanem a közepes méretű hörgőcskék adják a legnagyobb ellenállást. Mi lehet ennek a jelenségnek az oka? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A legkisebb hörgőcskék két vége között nagyobb a nyomáskülönbség, mint a közepes méretűek esetében.
- A legkisebb hörgőcskék a falukban levő simaizmok segítségével biztosítják a levegő áramlását.
- A legkisebb hörgőcskékből sokkal több van, mint a nagyobbakból.
- A negatív mellúri nyomás miatt a legkisebb hörgőcskék tágabbak lesznek, mint a közepesek.
- A kis hörgőcskék fala vékonyabb, emiatt kevésbé gátolja a levegő áramlását.

**MITOKONDRIÁLIS DNS (11 PONT)**

19. Mely állítások igazak a mitokondriummal kapcsolatban?

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

- Alapállományában prokarióta típusú riboszómák végeznek translációt.
- A két membránja közötti tér (intermembrán tér) oxónium-ion koncentrációja magasabb, mint az alapállományé.
- Ez a sejt szervecske hiányzik a T limfocitákból.
- Az alapállományában  $\text{NAD}^+$  koenzim keletkezik a citromsav-ciklus közben.

- abcd
- abd
- ab
- ac
- bd

20. Mely állítások igazak a mitokondrium öröklődésével kapcsolatban?

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

- A mitokondriumok nagyjából felét az anyánktól és nagyjából felét az apánktól örököljük.
- A mitokondriumok pontosan 50-50%-ban érkeznek a két szülőtől.
- A hímivarsejtek tartalmaznak működőképes mitokondriumokat, de ezek megtermékenyítéskor általában nem jutnak be a petesejtbe.
- A hímivarsejtek inaktív mitokondriumokat tartalmaznak, melyek örökítőanyaga még az érés során leépül, így már nem jut be ép formában a petesejtbe.
- Megtermékenyítés után a két szülőtől érkező mitokondriumok fuzionálnak, így az embrióban már csak vegyes DNS állományú mitokondriumok fordulnak elő.
- Minden ember csak az anyjától örököl mitokondriumot.
- Minden ember csak a vele azonos nemű szülőtől örököl mitokondriumot.

Az ember elterjedésének történetét többféle módon is próbálják felderíteni az utóbbi évtizedekben. Ezek egyike a mitokondriális DNS bázissorrendjének vizsgálatán alapszik. A mai népcsoportok mitokondriális DNS-ének eltérései alapján „rátaláltak” a Mitokondriális Évára, amely személy a vizsgálatok jelenlegi állása alapján nagyjából 200 000 évvel ezelőtt élt.

21. Melyik leírás írja le pontosan, hogy ki a Mitokondriális Éva, és melyik kontinensen élt?

*Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

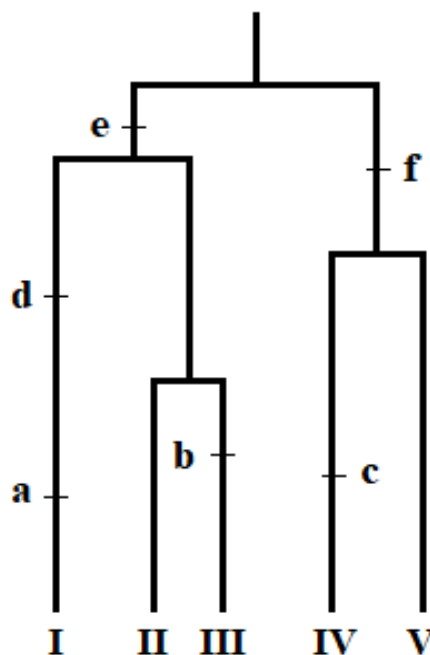
- Minden ma élő ember időben hozzánk legközelebb lévő női közös őse, aki Afrikában élt.
- Minden ma élő nő időben hozzánk legközelebb lévő női közös őse, aki Ázsiában élt.
- Minden ma élő ember tiszta nőági közös őse, aki Afrikában élt.
- Minden ma élő nő tiszta nőági közös őse, aki előbb Afrikában, majd Ázsiában élt.
- Minden ma élő ember időben hozzánk legközelebb lévő tiszta nőági közös őse, aki Afrikában élt.

Különböző kontinenseken elzárta élő, őshonos népcsoportok tagjaitól vettek mintát ebben az 1980-as években kezdődő vizsgálat sorozatban. Speciális mutációs helyeket (markereket) kerestek a mitokondriális DNS-ben. Ezeket a helyeket egy betű és egy szám kombinációjával jelölik (pl. L3). Az alábbi táblázat 5 különböző – görög betűvel jelölt – emberi populációban mutatja hat féle marker meglétét vagy hiányát.

populációk					
markerek	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	$\epsilon$
K5	-	x	-	-	x
K17	-	-	x	-	-
K41	-	-	-	-	x
L4	x	-	x	x	-
N30	x	-	-	-	-
S154	-	-	x	-	-

A táblázat adatai alapján készült az itt látható törzsfá, melyben feltételezzük, hogy mindegyik marker csak egyszer jelent meg, és nem történt egyik esetben sem visszaalakulás (visszautalódás).

A görög betűkkel jelölt populációknak a római számok, a markerek megjelenésének a kisbetűvel jelölt helyek felelnek meg.



22. Melyik római számmal jelölt populáció azonos a táblázat  $\beta$ -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!*

23. Melyik római számmal jelölt populáció azonos a táblázat  $\alpha$ -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!*

24. Az evolúciós törzsfá melyik kisbetűvel jelölt helyei mely markerek megjelenésének felelnek/felelhetnek meg?

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

- A. a = K17 kialakulásának helye (biztosan)
- B. b = S154 kialakulásának helye (biztosan)
- C. c = K41 kialakulásának helye (biztosan)
- D. d = S154 kialakulásának helye (lehetséges, de nem biztos)
- E. e = K5 kialakulásának helye (lehetséges, de nem biztos)
- F. f = L4 kialakulásának helye (lehetséges, de nem biztos)
- G. d = K5 kialakulásának helye (lehetséges, de nem biztos)

A vizsgált populációk között volt skandináviai lapp, nyugat-afrikai és amazóniai indián őslakos populáció is. Egyikük az I populáció, valamelyik másik a II-III populációk valamelyike, a harmadik pedig a IV-V populációk egyike. A két további populáció származási helyéről nincs információnk.

25. Melyik római számmal jelölt populáció lehet a nyugat-afrikai?

*Válassza ki azt a betűjelet, amelyik mindegyik lehetséges helyes választ tartalmazza, de nem tartalmaz hamisat!*

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

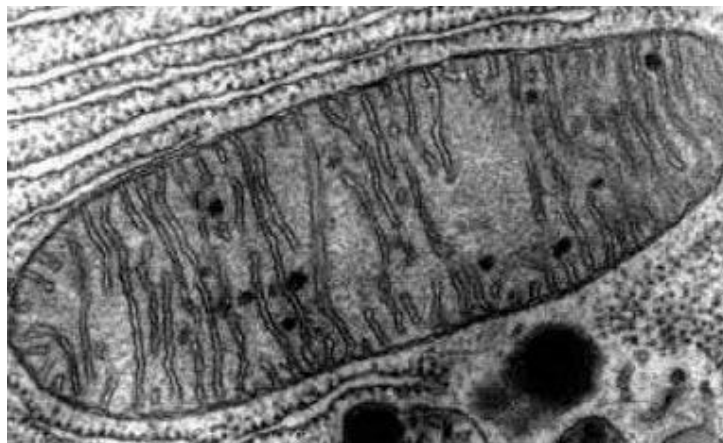
26. Melyik római számmal jelölt populáció lehet az amazóniai?

*Válassza ki azt a betűjelet, amelyik mindegyik lehetséges helyes választ tartalmazza, de nem tartalmaz hamisat!*

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

27. Mely állítások igazak a képpel kapcsolatban?

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



- a. Elektronmikroszkópos felvétel.
  - b. Fénymikroszkópos felvétel.
  - c. Készülhetett kis falósejtben is.
  - d. Készülhetett ember érés utáni B nyiroksejtjében (limfocitájában) is.
- A. acd
  - B. ac
  - C. a
  - D. bcd
  - E. bd

**VÉRES DOLGOK (9 PONT)**

28. Magas vérnyomású férfi vérnyomás értékeit vizsgáltuk az alábbi, kisbetűvel jelölt érszakaszokban, majd vérnyomás szempontjából növekvő sorrendbe raktuk ezeket.

- a. vesetesticke érgomolya                      b. veseartéria                      c. vesevéna  
 d. alsó üres testvéna                      e. aorta

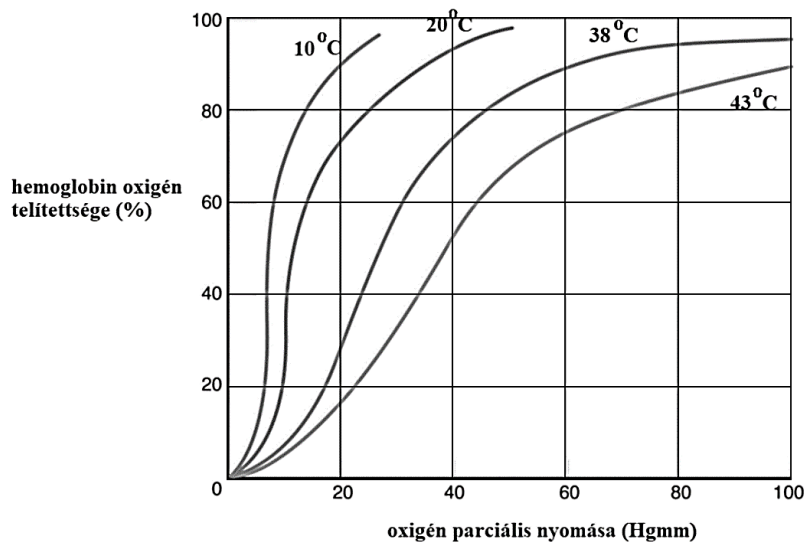
Melyik a helyes sorrend? Mindegyik érszakasznál az átlagos értéket vegye figyelembe!  
*Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. ebadc                      B. cdbae                      C. cdaeb                      D. dcabe                      E. dcbae

Az alábbi ábra az emberi hemoglobin oxigéntelítettségi görbét mutatja be négy különböző hőmérsékleten. A négy görbe közül csak az egyik tekinthető a normál élettani állapothoz közeli görbének, de a hemoglobin oxigénkötésének hőmérséklettől való függése jól nyomon követhető a görbék alapján.

A nagyvérköri artériában nagyjából 100 Hgmm, a nagyvérköri vénákban pedig nagyjából 40 Hgmm az oxigén parciális nyomása (az oxigénkoncentrációval arányos mutató).

A két bal oldali görbe függvényértéke lényegében 100%-on tetőzik a berajzolt rész után is.



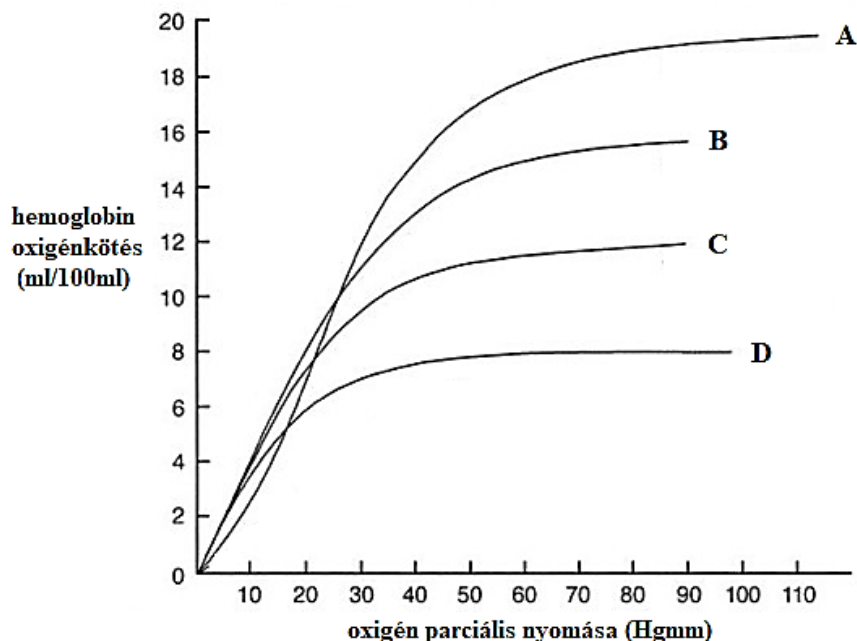
29. Mely állítások igazak az alábbiak közül?

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

- A. A test lehülése miatt a hemoglobin erősebben köti az oxigént, ezért a nagyvérköri szervek könnyebben fel tudják venni az oxigént.
- B. A lázas emberek sejtjei kevesebb oxigént tudnak felvenni az erekből, mert a hemoglobin magasabb hőmérsékleten rosszabbul köti az oxigént a nagyvérköri hajszálerekben.
- C. A normál testhőmérsékletű emberek hemoglobinja átlagosan majdnem pontosan egy oxigénmolekulát köt a kisvérköri vénákban.
- D. A normál testhőmérsékletű emberek hemoglobinja átlagosan majdnem pontosan egy oxigénmolekulát köt a nagyvérköri vénákban.
- E. Az egy hemoglobin által maximálisan megköthető oxigénmolekulák száma az ábrázolt hőmérsékleteken azonos.
- F. Alacsony hőmérsékleten megnő a hemoglobin vasion tartalma, ezért megnő az oxigénkötő képesség is.
- G. Minél magasabb a testhőmérséklet, annál nagyobb a hemoglobin által leadható oxigénmennyiség a nagyvérköri szervek felé az ábrázolt hőmérséklet tartományban.



A szén-monoxid mérgezés hatását mutatja be az alábbi ábra. A normál hemoglobin oxigénkötése mellett három különböző mértékű szén-monoxid mérgezés hatását látjuk.



30. Mely állítások igazak az ábra alapján?

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

- A. Az „A” görbe jelöli a legsúlyosabb mérgezést.
- B. A „B” görbe jelöli a legenyhébb mérgezést.
- C. A CO-mérgezés hatására csökken az oxigént kötni képes hemoglobinok mennyisége, de a hemoglobin oxigénköttő tulajdonságai nem változnak, így minden függvényérték arányosan változik a normálhoz képest.
- D. A legsúlyosabb mérgezés esetén nagyjából fele annyi oxigént tud leadni a hemoglobin a nagyvérköri szerveknél, mint a normál esetben.
- E. A legsúlyosabb mérgezés esetén lényegében nem jutnak oxigénhez a nagyvérköri szervek sejtjei.
- F. A „C” esetben a hemoglobinok átlagban még 0,7 oxigénmolekulát sem szállítanak a kisvérköri vénákban.
- G. A mérgezés hatását csökkenti, hogy a nagyvérköri vénáknak megfelelő oxigénviszonyok mellett viszonylag magas az oxigénkötés mértéke.

A hemoglobinnal kapcsolatos egyik leggyakoribb probléma a sarlósejtes vérszegénység, melyet a hemoglobin egyik láncának aminosavcsereje okoz. A láncot kódoló gén testi kromozómán helyezkedik el.

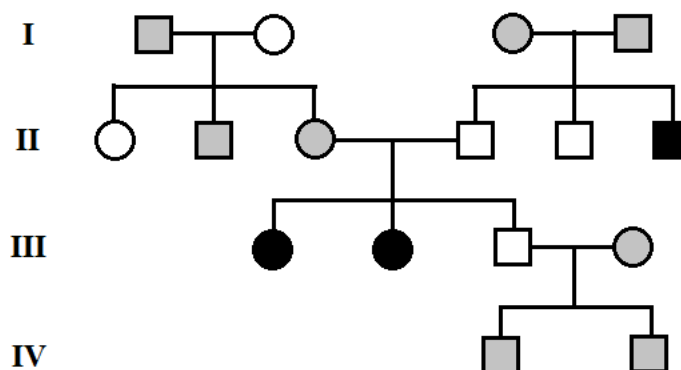
31. Állapítsa meg, hogy melyik állítás hamis az alábbiak közül!

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. Elképzelhető, hogy az aminosavcsere a fehérje felszínén lévő aminosavak valamelyikét érintette.
- B. A mutáns génváltozatnál is mindenhol érvényesül a bázispárosodás szabálya.
- C. Az aminosavcsere a hemoglobin hem részét érinti.
- D. Elképzelhető, hogy egy poláris oldalláncú aminosav helyett egy apoláris oldalláncú aminosav van a hibás fehérjében.
- E. A problémát biztos, hogy nem a gén promóterének megváltozása okozza.

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

32. Az alábbi családfán a sarlósejtes vérszegénység öröklődését ábrázolták. A homozigóta betegeket fekete, a heterozigótákat szürke színnel jelzi az ábra. Az egyik személyt (de csak az egyiket) hibásan jelölték. Ki ő? Adja meg a kódját (pl. II/2)!  
 Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!



33. A II/1-2-3. testvéreknek született még egy lánytestvére. Mekkora eséllyel lesz az első gyermeke teljesen egészséges fiú, ha feltételezzük, hogy az egészségügyi rendszer fejlettsége miatt az országban azonosnak tekinthető mindhárom genotípus életképessége és szaporodási esélye? A betegséget okozó allél gyakorisága a populációban: „s”.  
 Válassza ki a helyes válasz betűjelét!
- A.  $\frac{1}{4} \cdot (1-s) \cdot (1+s)$
  - B.  $\frac{1}{2} \cdot (1-s)^2$
  - C.  $\frac{3}{4} \cdot (1-s)$
  - D.  $0,375 \cdot (1-s)$
  - E.  $\frac{3}{4} \cdot (1-s)^2 / (1+s)$

34. Mely sejtekben van oxigénszállító/oxigéntároló molekula az emberi vörösvértesteken kívül?  
 Válassza ki a nagybetűkkel jelölt válaszlehetőségek közül azt, amelyik mindegyik (kisbetűvel jelölt) igaz állítást tartalmazza, és nem tartalmaz hamisat!
- a. lajhár vörösvértestjeiben
  - b. süllő magvas vörösvérsejtjeiben
  - c. közönséges csimpánz vázizomsejtjeiben
  - d. májusi cserebogár magvas vörösvérsejtjeiben
- A. abcd
  - B. abc
  - C. acd
  - D. ac
  - E. bd

**MAGZATI KERINGÉS (5 PONT)**

A 35-39. feladatok megoldásához segítséget nyújt **a színes mellékletben található II. számú sematikus ábra**. Az ábra az egér magzati keringését mutatja, amelyet most az emberi magzati keringési rendszerrel vegyen megegyezőnek. A római számok szerveket jelentenek, az arab számmal jelölt helyeken a zárójelbe tett százalékos értékek a vértérfogat eloszlási arányaira utalnak (adott helyen 1 perc alatt a teljes vértérfogat hány %-a haladt át ott).

35. Tegyük fel, hogy egy oxigénmolekula ebben a pillanatban jut be a méhlepényben az anyai vérből a magzat hajszálerébe érkező vörösvérsejtbe. A várandós anya a 33. terhességi hétben van, a magzatmozgások intenzívek. Az **alábbiak közül** legkevesebb hány anatómiai képleten keresztül haladva jut el az említett helyen lévő vörösvérsejt a méhlepényből a magzat lábába?

Anatómiai képletek: bal pitvar, jobb pitvar, bal kamra, jobb kamra, tüdőartéria, tüdővéna, aorta, csípőartéria, köldök artéria, alsó üres véna (testvéna).

*Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. 5                      B. 6                      C. 7                      D. 8                      E. 9

36. Legkevesebb hány sejthártyán jutott át ekkor az oxigénmolekula a méhlepényben, míg az anyai vér hemoglobinjáról a magzat hemoglobinjára jut? Segítségül egy korábbi (az embrionális fejlődés kb. 11. hete) fejlődési állapot szövettani viszonyait mutatjuk be **a színes melléklet III. ábráján**. Ehhez az állapothoz képest későbbiekben csak annyi változás történik, hogy a CT-vel jelölt sejtréteg a 4. hónaptól megszűnik. A kötőszövetes alapállomány sejtjeit ne vegye figyelembe!

*Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. 2                      B. 3                      C. 4                      D. 5                      E. 6

37. Melyik római szám jelöli **a színes melléklet II. ábráján** a májat? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. I.                      B. V.                      C. VII.                      D. VI.                      E. IV.

38. Miben tér el a magzat keringése a felnőtt ember keringésétől?

*Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. A magzati jobb kamra fala vastagabb, mint a bal kamráé.  
B. A magzatinál a tüdővéna és az aorta között vezeték van, amin keresztül vér áramlik.  
C. A magzati szívfrekvencia kisebb a paraszimpatikus idegrendszer aktivációja miatt.  
D. A magzati jobb kamrai perctér fogat nagyobb, mint a bal kamrai perctér fogat.  
E. Egy magzati hemoglobin több oxigént képes kötni, mint a felnőttben lévő hemoglobin.

39. *Tanulmányozza a színes melléklet IV. ábráját!*

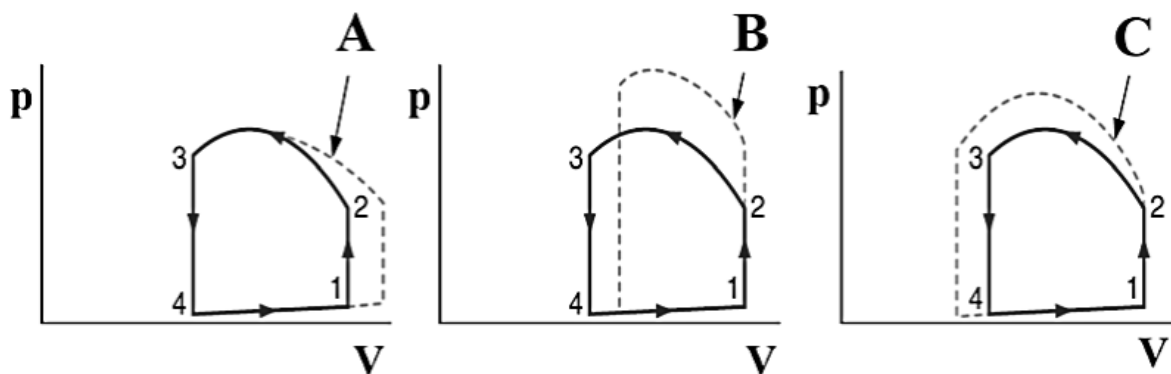
Melyik ábra mutatja helyesen a méhlepény szövettani viszonyait a várandós anyában? A római számok az anyai, illetve a magzati oldalt mutatják.

*Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

**SZÍVPROBLÉMÁK (10 PONT)**

Tanulmányozza az alábbi, a szívciklus (számokkal jelölt) kamrai fázisait bemutató grafikonokat!

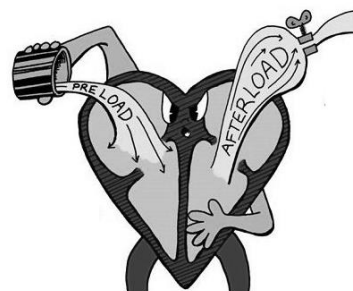
A folytonos görbe a kontroll, a szaggatott görbe pedig a –valamilyen– külső hatásra bekövetkező, a kontrollhoz képesti változást mutatja.



Segítségül megadunk még egy ábrát:

A „preload” előterhelést jelent, ami az a rosthossz, ami a kontrakció (összehúzódás) előtt mérhető.

Az „afterload” utóterhelés, ami az a feszülés, amit az izomnak a megrövidülés előtt kell kifejeznie.



Továbbá definiáljuk a munkát a következőképpen: a munka az elmozdulás ( $\Delta s$ ) és az erő ( $F$ ) elmozdulás irányába eső vetületének szorzata. Látható, hogy ez az egyenlet átalakítható a nyomás ( $p=F/A$ ) és  $\Delta V (= A\Delta s)$  térfogatváltozás szorzatára. A  $\Delta$  (delta görög betű) a változásra utal.

*Párosítsa az alábbi, nagybetűkkel jelölt állításokat a sorszámozott meghatározásokhoz, vagyis a mondatok befejezéséhez! (40-45. feladat)*

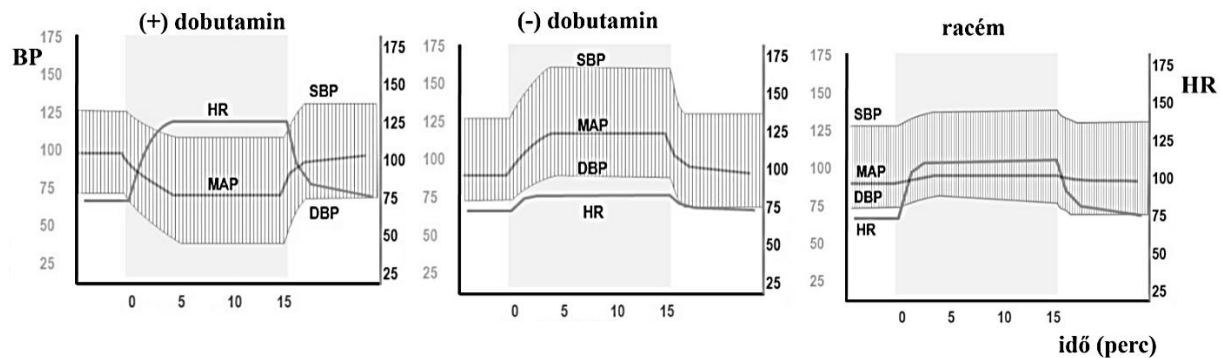
- A. Az „A.” grafikon mutatja ...
  - B. A „B.” grafikon mutatja ...
  - C. A „C.” grafikon mutatja ...
  - D. Mindhárom grafikon mutatja ...
  - E. Egyik grafikon sem mutatja ...
40. ... azt az állapotot, amikor leszorítással csökkentették az aorta átmérőjét.  
*Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
  41. ... azt az állapotot, amikor lekötötték a pitvarba menő alsó üres vénát.  
*Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
  42. ... a szív munkájának megváltozását. *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
  43. ... a szív munkavégzésének gyorsaságát (amit az átlagteljesítménnyel jellemzünk).  
*Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
  44. ... a szív összehúzódásainak megnövekedett erősségét.  
*Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*
  45. ... a szívhez futó szimpatikus idegek ingerlésére bekövetkező változást.  
*Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

Az alábbi grafikonok a dobutaminnak, egy, a szívre közvetlenül ható szintetikus szernek a negyedórás hatását mutatják. A dobutamin kétféle téniszomerjét ((+) és (-)) külön-külön, illetve egyben is (racém: a téniszomerek azonos arányú keveréke) betették az infúzióba, majd a grafikonon látható értékeket kapták patkánykísérletek során.

A vízszintes tengelyen minden esetben az időt tüntették fel percekben, a függőleges tengely értékei a vérnyomást (BP) Hgmm-ben és a szívfrekvenciát (HR) egyaránt mutatják.

A dobutamin elsődlegesen az adrenalin receptorokhoz kötődik. A receptornak többféle típusa is van. Az alfa-1-receptorhoz kötődve a dobutamin növeli a sejten belüli kalciumion koncentrációt az erek simaizom sejtjeiben. A béta-receptorokhoz kötődve pedig növeli a sejten belüli cAMP koncentrációt. A szívből elsősorban béta-1-receptorok találhatók, de mintegy 20-25%-nyi béta-2-receptor is kimutatható. A béta-2-receptorok elsősorban perifériásan (pl. a vérerekben) a simaizomsejteken találhatók és aktivitásuk az izom elernyedését okozzák.

A cAMP ATP-ből képződő sejten belüli ún. másodlagos hírvívő. A megnövekedett cAMP-szint meredekebbé teszi a depolarizációs görbét a szinuszcsomó sejtjeiben, ami a szívre gyakorolt vegetatív hatás molekuláris alapja. A szívizomsejtben cAMP hatására a  $Ca^{2+}$ -csatornák nyitási valószínűsége megnő, de a feszültségfüggésük változatlan marad. A  $Ca^{2+}$ -ion elősegíti, hogy a miozin kapcsolódjon az aktinhoz. A megnövekedett kalciumion-koncentráció növeli a szív kontraktilitását (a szívösszehúzóerő erejét).



Rövidítések: az aortában a kamrai összehúzóerőnek megfelelő maximális nyomásértéket szisztolés nyomásnak (SBP); a minimális értékét diasztolés nyomásnak (DBP) nevezzük; artériás középnyomásnak (MAP) az egy szív ciklusra vonatkozó átlagos artériás nyomást tekintjük.

46. A fenti ismeretek alapján melyek a helyes állítások az alábbi, nagybetűvel jelöltek közül? Válassza ki a helyes válaszok (4) betűjeleit, és írja a válaszlap megfelelő helyére!

Maximum 4 betűt írhat! A feladat tökéletes megoldása, vagyis a négy helyes betűjel megadása 3 pont, három helyes betűjel megadása 2 pont, két helyes betűjel megadása 1 pont.

- A. A (-) dobutamin a béta-receptorokat blokkolja (a béta-receptorok adrenalin kötését gátolja).
- B. A racém dobutamin hatására csökken a szívösszehúzóerő ereje, de nő a szívfrekvenciája.
- C. A (-) dobutamin és a racém elegy is növeli a perctérfogatot.
- D. A dobutamin térszerkezetétől függően az alfa-1-receptorra agonistaként és antagonistaként is hat.
- E. A dobutamin térszerkezetétől függően a béta-1-receptorra agonistaként és antagonistaként is hat.
- F. A béta-1-receptoron keresztül érvényesül a vegetatív idegrendszer paraszimpatikus hatása.
- G. A racém elegynek nincs lényeges közvetlen hatása az erek tónusváltozására.
- H. A perifériás érellenállás csökkenése járul hozzá ahhoz, hogy a perctérfogat növekedése nem jár lényeges vérnyomás-emelkedéssel.
- I. A szívizomsejtben a racém dobutamin béta-1-receptorokra kifejtett hatására a küszöbpotenciál csökken.
- K. A szinuszcsomó sejtjeiben a racém dobutamin béta-1-receptorokra kifejtett hatására a küszöbpotenciál nő.

47. A fentiek alapján mely betegség kezelésében alkalmazzák a dobutamint?

*Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

- A. Infarktuson átesett betegek szívelégtelenségének kezelésére.
- B. Szívbillentyű rendellenességgel rendelkező betegeknél.
- C. Akiknél a szív oxigénigényét csökkenteni kell.
- D. Akiknél a szív oxigénigényét növelni kell.
- E. Akiknél adrenalin-rezisztencia alakult ki.

**EGY KIS HUMÁNGENETIKA (11 PONT)**

Az emberi öröklődő tulajdonságokat is két nagyobb csoportra oszthatjuk: mendeli (monogénes) és nem mendeli módon öröklődő jellegekre. Az alapvető öt mendeli öröklésmentet:

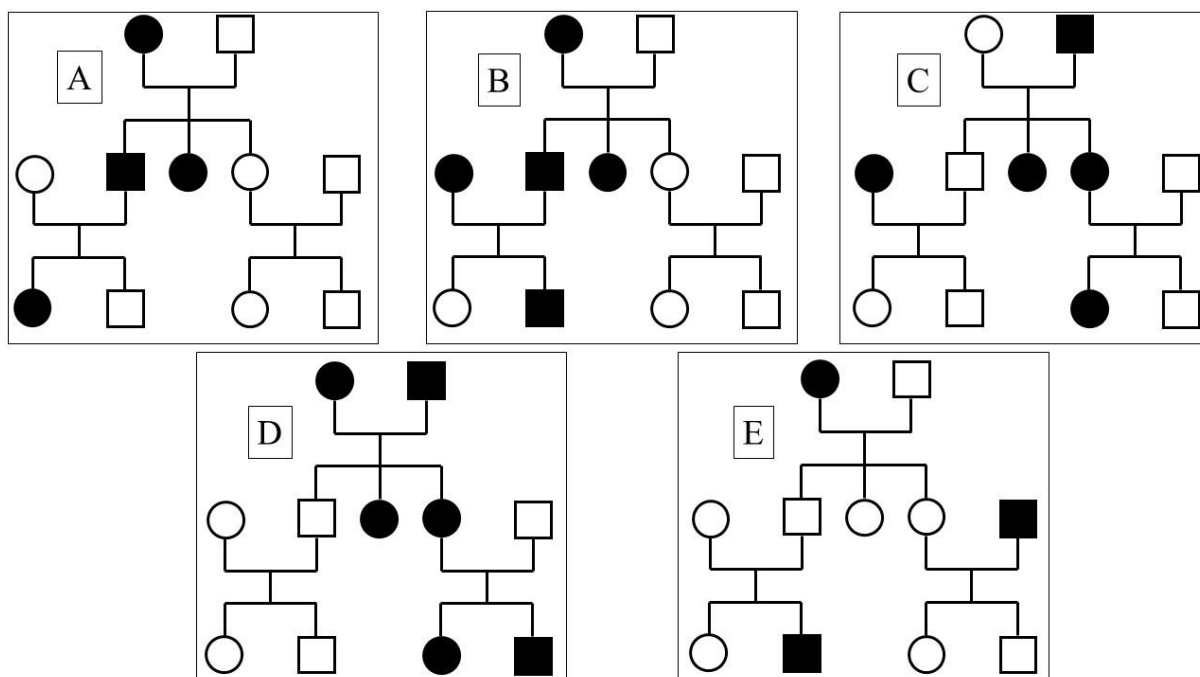
- autoszómás domináns,
- autoszómás recesszív,
- X kromoszómához kötött domináns,
- X kromoszómához kötött recesszív,
- Y kromoszómához kötött.

48. Mely állítások igazak az autoszómás domináns öröklődést mutató emberi betegségekre? *Válassza ki a nagybetűkkel jelölt válaszlehetőségek közül azt, amelyik mindegyik (kisbetűvel jelölt) igaz állítást tartalmazza, és nem tartalmaz hamisat!*

- a. A tüneteket mutató (beteg) személy mindkét szülője mindenképp beteg.
- b. Bármelyik nemű személy lehet beteg.
- c. A betegség csak minden második generációban jelenik meg.
- d. Csak az egyik nem örökítheti a betegséget.
- e. Előfordulhat, hogy egy beteg és egy egészséges szülőnek 50%-os eséllyel születik beteg gyermeke.
- f. Egészséges szülőknek új mutáció nélkül is lehet beteg gyermekük.
- g. Minden, ezen a módon öröklődő betegség penetranciája 100%.

- A. abfg
- B. bceg
- C. cdg
- D. be
- E. ace

49. Melyik családfán látható öröklődő betegség magyarázható kizárólag autoszómához kötött domináns tulajdonságként? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*



A sarlósejtes vérszegénység a hemoglobin molekula  $\beta$ -láncának szintéziséért felelős gén pontmutációja miatt alakul ki. Példánkban a  $H_1$  allél kódolja a normál hemoglobin  $\beta$ -alegységét, a  $H_2$  allél pedig a betegséget kialakító mutáns változatot (Hb-S). Más gének/allélok szerepe elhanyagolható a jelleg kialakításában.

1960-ban Escédia 80 000 000 fős lakosságában a  $H_1$  allél gyakorisága ( $p$ ) 0,96 volt, a  $H_1H_1$ ,  $H_1H_2$  és  $H_2H_2$  genotípusok aránya a populációban Hardy-Weinberg eloszlást mutatott. Az elkövetkező 50 évben azonban megjelent és elterjedt a malária az országban. Az 50 év alatt a  $H_1H_1$  genotípusok aránya (a malária miatt) 6%-kal, a  $H_2H_2$  genotípusoké pedig (kisebb fitness miatt) 4%-kal csökkent. Az ország lakosságának a száma nem változott.

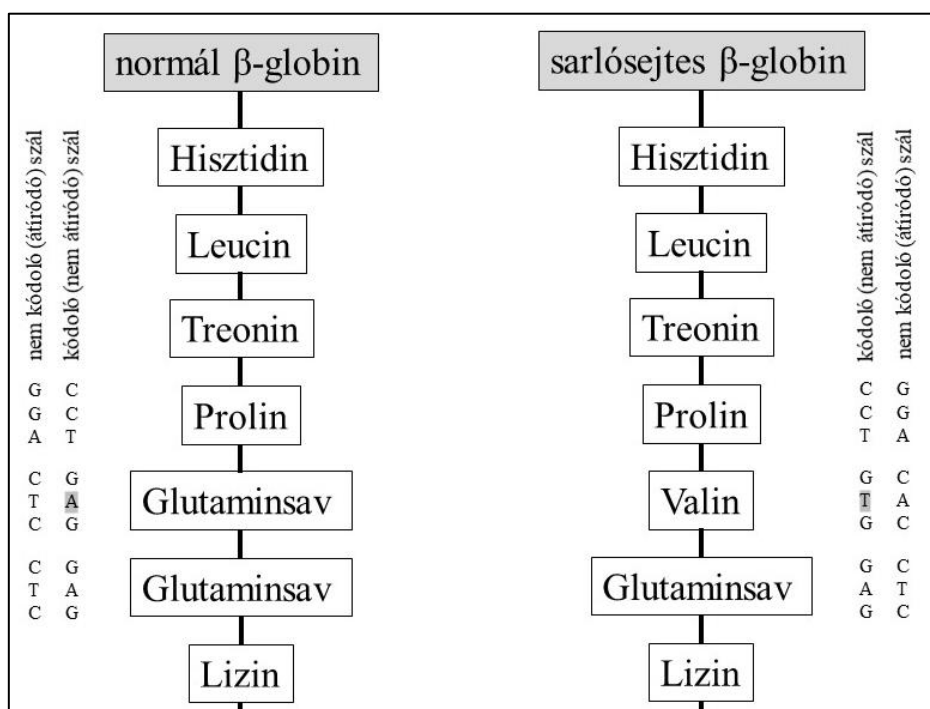
50. Hányszorosára nőtt a heterozigóták száma Escédiában a 2010-es évre? Az eredményt két tizedes pontossággal adja meg! *Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!*

51. Mekkora a  $H_1$  allél gyakorisága ( $p'$ ) 2010-ben? Az eredményt kerekítés nélkül adja meg! *Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!*

52. Mekkora eséllyel születhetett 2010-ben egy anyának első gyermekként  $H_2H_2$  genotípusú lánya? Az eredményt két tizedes pontossággal, százalékban kifejezve adja meg! *Válaszát írja a válaszlap megfelelő helyére!*

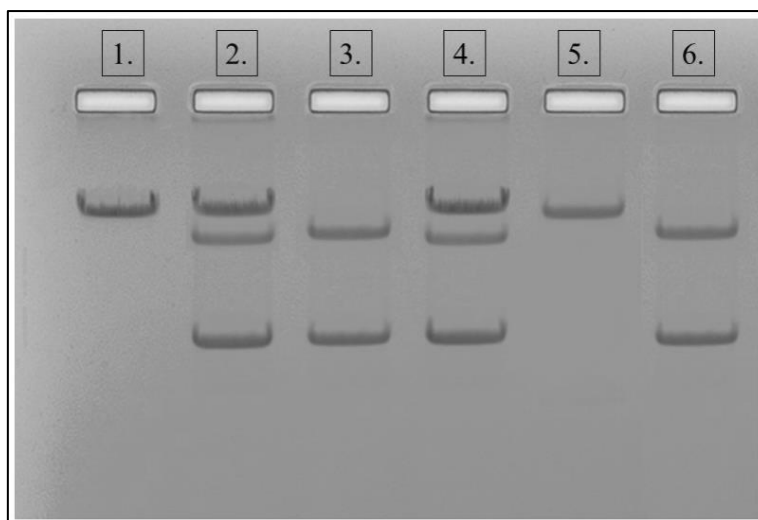
A sarlósejtes vérszegénység genotípusa biotechnológiai módszerekkel meghatározható. Az egyik lehetőség, hogy az allélok közötti bázissorrendben mutatkozó különbséget kimutassuk, a (restrikciós) endonukleázok felhasználása. Az *MstII* endonukleáz a CCTNAGG (ahol N bármelyik DNS bázis lehet) szekvenciát ismeri fel és hasítja ketté.

Az egészséges fenotípust kialakító  $H_1$  allél bázissorrendje az 5., 6. és 7. aminosav kódolásáért felelős szakaszon CCT-GAG-GAG (prolin – glutaminsav – glutaminsav), míg ugyanez a  $H_2$  allél esetében CCT-GTG-GAG (prolin – valin – glutaminsav), ahogy az alábbi ábra is mutatja.





Egy család (2 szülő, 4 gyermek) minden tagjának testi sejtjeiből DNS-t izolálnak, PCR technikával felszaporítják a  $\beta$ -globin termeléséért felelős DNS-szakaszt, majd a PCR terméket *MstII* enzimmal kezelik, végül minden személy mintáját gélelektroforézissel vizsgálják. A DNS futtatása után a következő eredményt kapják:



53. Melyik zsebben volt a két szülő DNS mintája? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

	egyik szülő	másik szülő
A.	1. zseb	2. vagy 4. zseb
B.	2. zseb	3. vagy 6. zseb
C.	3. zseb	6. zseb
D.	2. zseb	4. zseb
E.	1. zseb	5. zseb

Az emberi sejtekben nemcsak a sejtmag, hanem a mitokondrium is tartalmaz DNS-t. A mitokondriális DNS-re jellemző, hogy

- a prokariótákhoz hasonlóan körkörös alakú (cirkuláris),
- mutációs rátája tízszer nagyobb, mint a sejtmagi DNS-nek,
- a mitokondriális mutációk nagy része szomatikusan történik, és nem az ivarsejtkeletkezés folyamatában,
- mérete összesen 16.600 bázispár, ami 37 gént tartalmaz (szemben a haploid sejtmagi DNS állománnyal, ami 3 milliárd bázispár és kb. 25.000 gén),
- az általa kódolt fehérjék a mitokondrium fő működésével kapcsolatosak.

A mitokondrium kodonszótárában az UGA bázishármas triptofánt (Trp), az AUA metionint (Met) kódol, míg az AGA és AGG bázishármasok stop kodonok (a többi kodon jelentése azonos a kodonszótárban találhatóakkal). A kodonszótárt megtalálja a **színes mellékletben (V. ábra)**.

A sejtosztódást követően a mitokondriumok véletlenszerűen oszlanak meg az utódsejtek között.

54. Mely megállapítások igazak a mitokondrium működésével és az általa kódolt tulajdonságok öröklődésével kapcsolatban?

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

- A. A mitokondrium DNS-ének génsűrűsége kisebb, mint az átlagos emberi kromoszómáké.
- B. A mitokondriumban hiányoznak vagy kevésbé hatékonyak a DNS másolást követő hibajavító mechanizmusok.
- C. A mitokondriumok mutáns génjeiből fakadó betegségek öröklődése is mendeli öröklődést mutat.
- D. A sejtmagi DNS mutációja miatt is kialakulhatnak egygénes mitokondriális betegségek, mivel a mitokondrium fehérjéinek döntő részét a sejtmag testi kromoszómái kódolják. Az így kialakuló kórképek a mendeli szabályoktól eltérő módon öröklődnek.
- E. Az egyes szervek, szövetek sejtjeiben a mutáns mitokondriumok száma sejtről sejtre különböző lehet.
- F. A mitokondriális betegségek minden szervünket azonos mértékben érintik, függetlenül sejtjeik energiaigényétől.
- G. A sejtmagban kódolt mitokondriális fehérje gének (pl. DNS-polimeráz) transzkripciója során keletkezett mRNS-eknek a mitokondrium riboszómáin kell átíródniuk, hogy megfelelő aminosavsorrendű fehérjék képződjenek.

Aneuploidia esetén bizonyos kromoszómából több vagy kevesebb van a sejtekben. Ha a két homológ kromoszóma helyett csak egy kerül be a diploid sejtbe, akkor monoszómiáról, ha három, akkor triszómiáról beszélünk. (Ha egy kromoszóma teljesen hiányzik – nullszómia, az az emberben és az állatokban letális.) Az aneuploid rendellenességek ún. non-diszjunkció révén jönnek létre. Ilyenkor sejtosztódás közben a testvérkromatidák vagy a homológ kromoszómapárok nem válnak szét az osztódás anafázisában (utószakaszában).

55. Melyik kromoszóma rendellenesség vezethető vissza kizárólag apai eredetű, második meiotikus non-diszjunkcióra? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

(Kariotípus: feltünteti a diploid sejt kromoszómaszámát és az ivari kromoszómák típusait.)

- A. a 45, X0 kariotípusú Turner-szindróma
- B. a 47, XXY kariotípusú Klinefelter-szindróma
- C. a 47, XXX kariotípusú szindróma
- D. a 47, XYY kariotípusú szindróma
- E. a 13-as kromoszóma triszómiája (Patau-szindróma)

Az alábbi táblázat néhány emberi, testi kromoszómához kapcsolódó betegséget mutat be.

kromoszóma sorszáma	betegség	betegség néhány jellemzője
3.	alkaptonuria	a tirozin anyagcsere rendellenessége, a beteg vizelete néhány órás állás után befeketedik
4.	akondroplázia	törpenövés, domináns jelleg, 85%-ban spontán mutáció következménye, Magyarországon 4-6 ilyen gyermek születik évente
	Huntington-kór	az idegsejtek pusztulásával járó betegség, domináns jelleg, a tünetek 40 éves kor környékén vagy felett jelentkeznek, a betegség spontán mutációval történő kialakulásának esélye 10%
6.	argininémia	a karbamid-ciklus zavarát okozó örökletes enzimhiányos betegség, recesszív jelleg
12.	fenilketonuria (PKU)	Magyarországon minden 50. ember hordozza, 10.000 születésre jut egy PKU-s csecsemő
	Noonan-szindróma	Különbéle egészségügyi problémákat (szívbetegségek, csontdeformitások, véralvadási rendellenességek, alacsony izomtónus) okoz. Az esetek körülbelül felében az állapot öröklődik, bár a betegséget örökítő szülő sokszor nem is tudja, hogy hordozza a hibás gént, mert a rendellenesség jelei nála nem mutatkoznak.
15.	Marfan-szindróma	Magyarországon a népesség körében 1:10.000 – 1:30.000 közötti a gyakorisága, az esetek 90 %-ában a fibrillin-1 nevű, kötőszöveti rostokat kódoló gén mutációja okozza, tünetei közé tartoznak: tyúkmell, gerincferdülés, a kéthegyű szívbillentyű bedomborodása a bal pitvarba, a szemlencse rendellenes elhelyezkedése
19.	jávorszirup betegség	recesszív jelleg, a vizelet szaga jellegzetes, a jávorfa törzséből nyerhető szirupra emlékeztet, az életet veszélyeztető klinikai tünetek alakulhatnak ki (pl. agyi ödéma, kóma, táplálási nehézség)

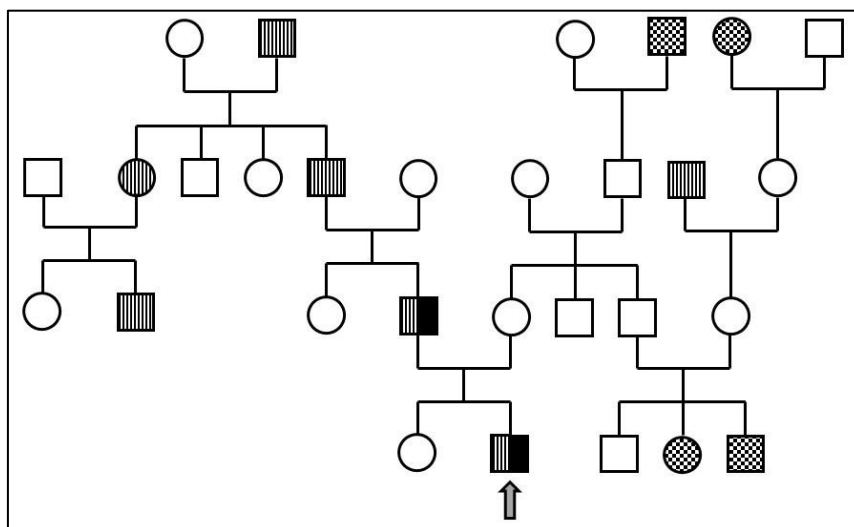
Az alábbi ábra három betegség megjelenését mutatja be egy családfában.

A három betegség: az akondroplázia, a fenilketonuria és a Huntington-kór.

A beteg személyeket három különböző (fekete, csíkozott, pöttyözött) jelölés mutatja a családfában.

56. Melyik betegséget jelentik a legnagyobb valószínűséggel az egyes jelölések?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!



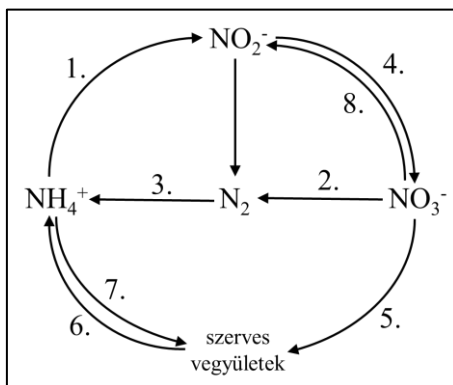
- A. akondroplázia: fekete / fenilketonuria: csíkozott / Huntington-kór: pöttyözött
- B. akondroplázia: csíkozott / fenilketonuria: pöttyözött / Huntington-kór: fekete
- C. akondroplázia: fekete / fenilketonuria: pöttyözött / Huntington-kór: csíkozott
- D. akondroplázia: csíkozott / fenilketonuria: fekete / Huntington-kór: pöttyözött
- E. akondroplázia: pöttyözött / fenilketonuria: fekete / Huntington-kór: csíkozott

57. Mekkora eséllyel születhet a nyíllal megjelölt férfinak csak a feketével jelölt betegséggel rendelkező lánya, ha felesége családjában több generáción keresztül egyik betegség sem fordult elő? Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. 25%
- B. 50%
- C. > 50%
- D. < 25%
- E. 50% > 25%

**ÖKOLÓGIA „EGYPERCESEK” (9 PONT)**

58. Az alábbi ábra egy ökoszisztéma nitrogénkörforgását mutatja be. Az 1-8. számok kémiai átalakítási lépéseket jelentenek. Mely folyamatok vannak megfelelően párosítva a megfelelő élőlénycsoporttal? *Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*



- A. 2.–fotoautotróf baktériumok, 3.–kemoheterotróf baktériumok
- B. 6.–baktériumok, 5.–növények
- C. 1.–kemoautotróf baktériumok, 5.–fotoautotróf élőlények
- D. 6.–kemoheterotróf élőlények, 4.–anaerob heterotróf baktériumok
- E. 3.–növények, 1.–kemoheterotróf baktériumok

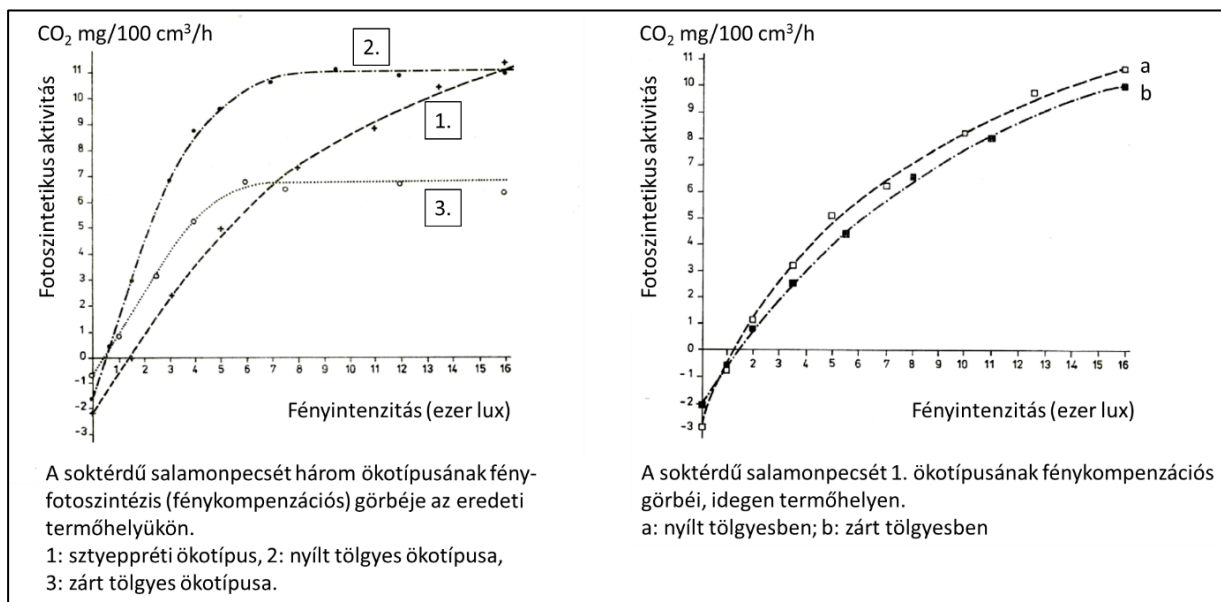
59. A színes mellékletben látható VI. ábra az ökoszisztémák foszfor-körforgását mutatja be. Miben hasonlít a foszfor, a nitrogén és a szén körforgása?

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

- A. Napjainkban csak a nitrogén és a foszfor körforgásában jelentős az emberi tevékenység.
- B. Tengeri madarak ürülékéből mindhárom elemből jelentős felszíni raktárak képződnek, melyekből csak lassan jutnak vissza ezeknek az elemeknek a szerves vegyületei a vizekbe.
- C. Mindhárom kémiai elem körforgásában jelentős a légkörben található készlet.
- D. Nagy szerepet kapnak benne a lebontó baktériumok.
- E. Mindhárom kémiai elem elsődleges biogén elemként vesz részt az élőlények sejtjeinek felépítésében és működésében.
- F. Mindhárom kémiai elem megtalálható olyan vegyületekben, melyek az élőlények energiaellátását biztosítják.
- G. A nitrogénkötő baktériumokhoz hasonlóan foszforkötő szimbionta baktériumok is szerepet kapnak a növények szerves anyag felvételében és a foszfor körforgásában.

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). Átültetéses kísérletekkel három ökotípust azonosított: sztyeppréten, nyílt és zárt tölgyesben élő. Vizsgálatainak eredményeit, az egyes ökotípusok fénykompenzációs (fény-fotoszintézis) görbéit az alábbi ábrák foglalják össze.



60. Mely megállapítás igaz a fénykompenzációs görbékre?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

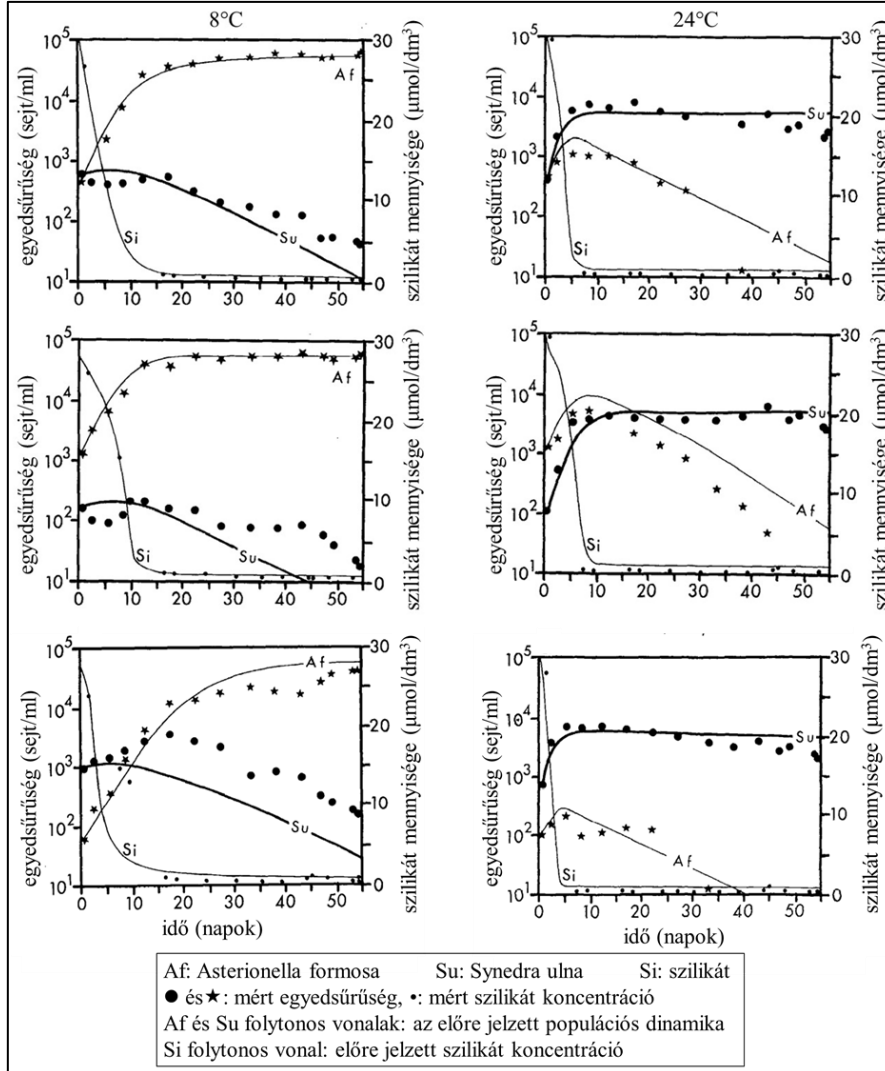
- A. A görbéknek van egy kezdeti exponenciális szakasza.
- B. A fotoszintézis mértékét (fotoszintetikus aktivitás) a megtermelt CO<sub>2</sub> térfogat- és időegységre vonatkoztatott mennyiségében adja meg.
- C. A fénykompenzációs pont (ahol a görbe az *x* tengelyt metszi) azt a fényerőértéket jelenti, ahol a növény nem fotoszintetizál.
- D. A fénykompenzációs görbék a növény által felvett és leadott CO<sub>2</sub> mennyiségének különbségét ábrázolják a fényerő függvényében.
- E. A fénykompenzációs pontnál kisebb fényerőnél mért negatív fotoszintetikus aktivitás kísérleti műtermék, azaz mérési hiba eredménye.

61. Mely megállapítás igaz a soktérű salamonpecsét ökotípusaira a vizsgálatok alapján?

Válassza ki a helyes válasz betűjelét!

- A. A sztyeppréten élő ökotípus fotoszintetikus aktivitása a legnagyobb 13.500 lux fényintenzitás mellett.
- B. A nyílt és zárt tölgyerdőbe átültetett sztyeppréti ökotípus fénykompenzációs görbéi sem telítődnek alacsony fényintenzitásnál.
- C. A legkevésbé árnyékos élőhelyen élő ökotípus fénykompenzációs pontja a legalacsonyabb.
- D. Az árnyéktűrő ökotípus fényteltési pontja a legmagasabb.
- E. Ha az árnyéktűrő ökotípus egyedeit átültetnénk a fénykedvelő ökotípus termőhelyére, pár nap alatt az összes elpusztulna.

Tilman és munkatársai (1981) a kovamoszatok versengését tanulmányozták. Munkájuk során az *Asterionella formosa* és a *Synedra ulna* kovamoszatszfajokat használták. A tenyészetet 250 ml-es műanyag edényben gondozták, a moszatsejtek anyagcseréjéhez szükséges tápanyagokat minden nap pótolták, kivéve a  $\text{SiO}_2$ -ot, aminek a kiindulási koncentrációja  $27,8 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$  volt. A két faj versengését (3-3 különböző kísérleti elrendezésben) mutatja be a mellékelt ábra  $8^\circ\text{C}$  és  $24^\circ\text{C}$ -on.



62. Mit állapíthatunk meg a két kovamoszatszfaj versengéséről?

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

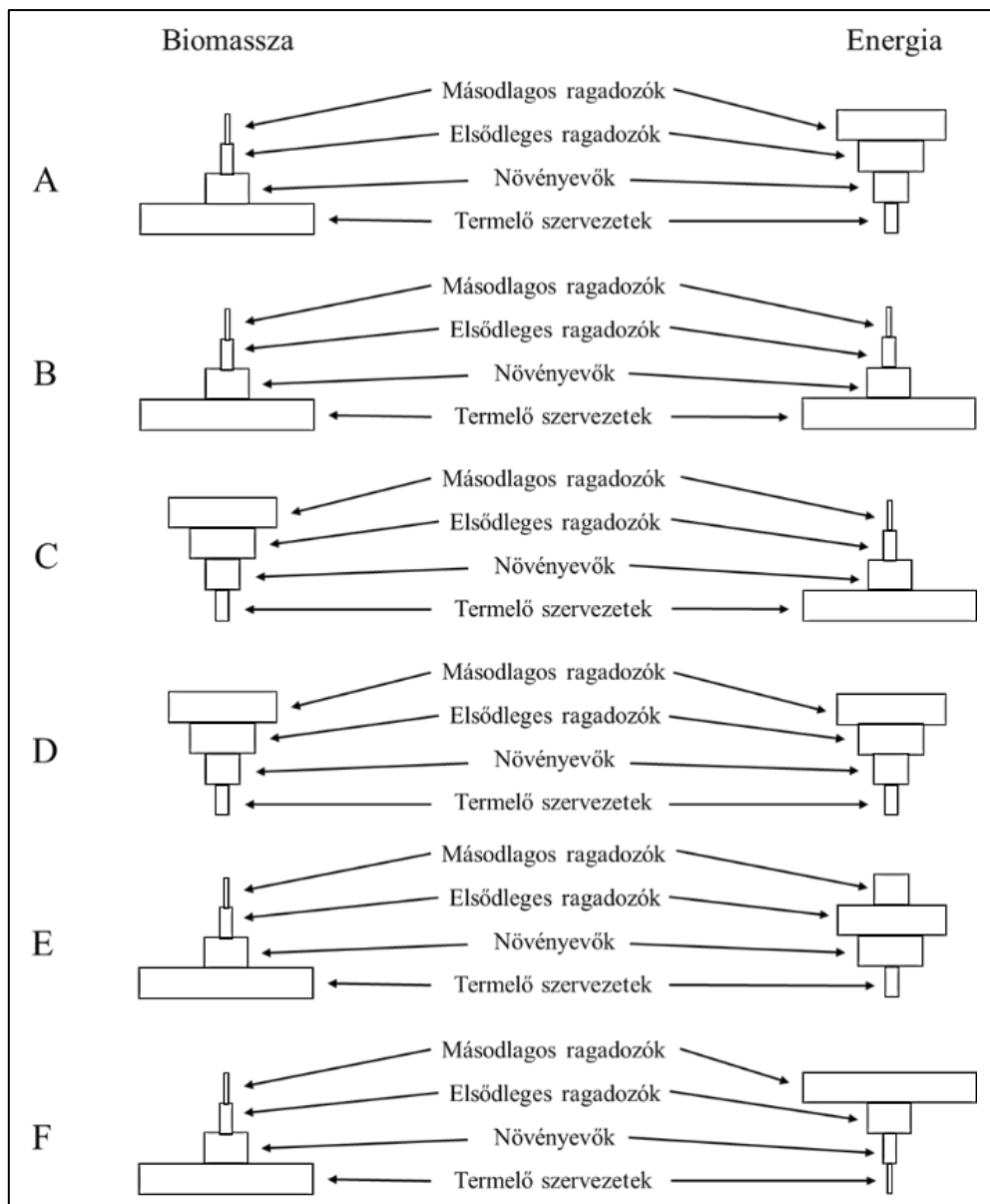
- A. A két kovamoszatszfaj versengéséből mindig ugyanaz a faj kerül ki győztesen.
- B. A két kovamoszatszfaj versengése a magasabb hőmérsékletű helyekért zajlik.
- C. Egyetlen abiotikus szabályozó tényező (a  $\text{SiO}_2$  mennyisége) mellett a versengő kovamoszat populációk közül csak az egyik maradhat fent.
- D. A két kovamoszatszfaj tápanyag hasznosításának mértéke eltér egymástól a vizsgált hőmérsékleteken.
- E. A Gause-elv ebben a kísérletben csak  $24^\circ\text{C}$ -on érvényesül.
- F. A két kovamoszatszfajt kiindulási egyedsűrűsége is befolyásolja a kompetíció végkimenetelét mindkét hőmérsékleten.
- G. A  $8$  és  $24^\circ\text{C}$ -on kapott kísérleti eredményekből következik, hogy  $16^\circ\text{C}$ -on a két kovamoszatszfaj (minden más kísérleti körülmény változatlanul hagyása mellett) biztosan együtt tud élni egymással egy tenyészetben.

63. „Az óceánokban az a jellemző, hogy az elsődleges termelők jórésze apró termetű, rövid életidejű szervezet (egysejtű alga, baktérium). Ezek a szervezetek egyszerre csak kis biomasszával vannak jelen, ám sokat produkálnak. Így az óceánokban  $P/B = 20$  adódik, szemben a szárazfölddel, ahol mindössze  $P/B = 0,13$ .” (Pásztor E. és Oborny B.: Ökológia. Nemzeti Tankönyvkiadó, 2007.)

P = produkció; B = biomassa

Melyik válaszlehetőség tartalmaz a fenti leírásnak megfelelő biomassa- és energiapiramist?

Válassza ki a helyes megoldás betűjelét, és írja a válaszlapon megfelelő helyére!



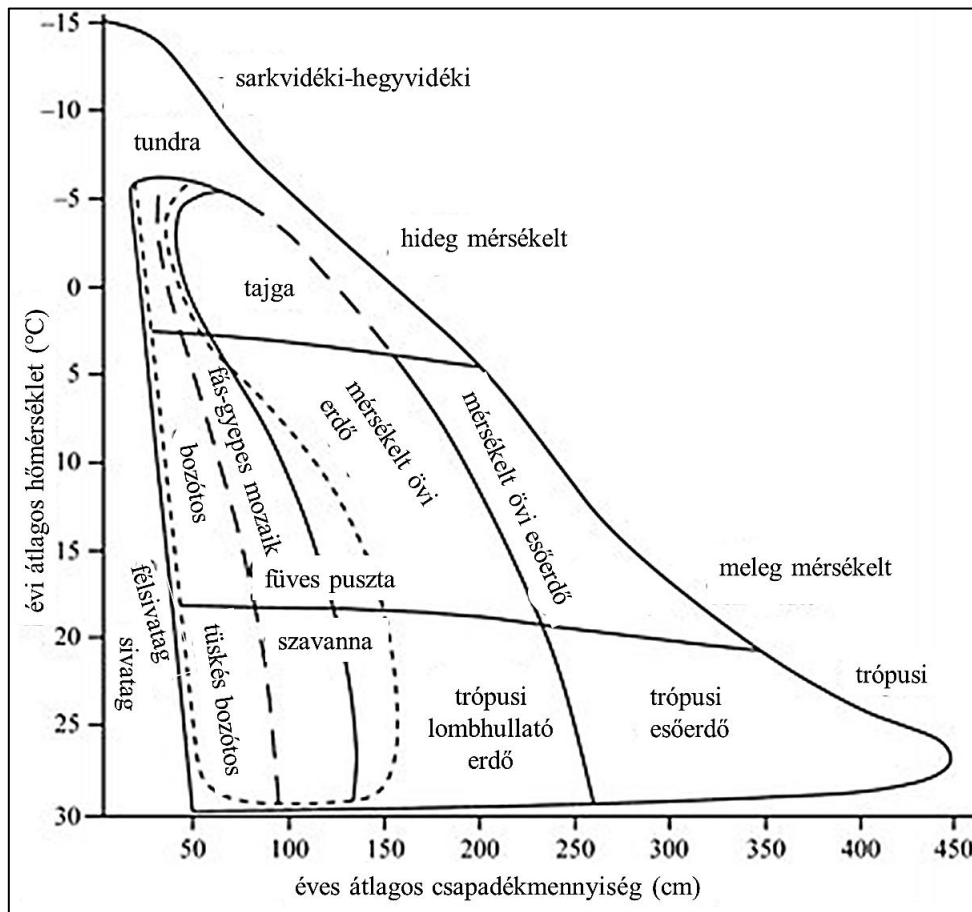
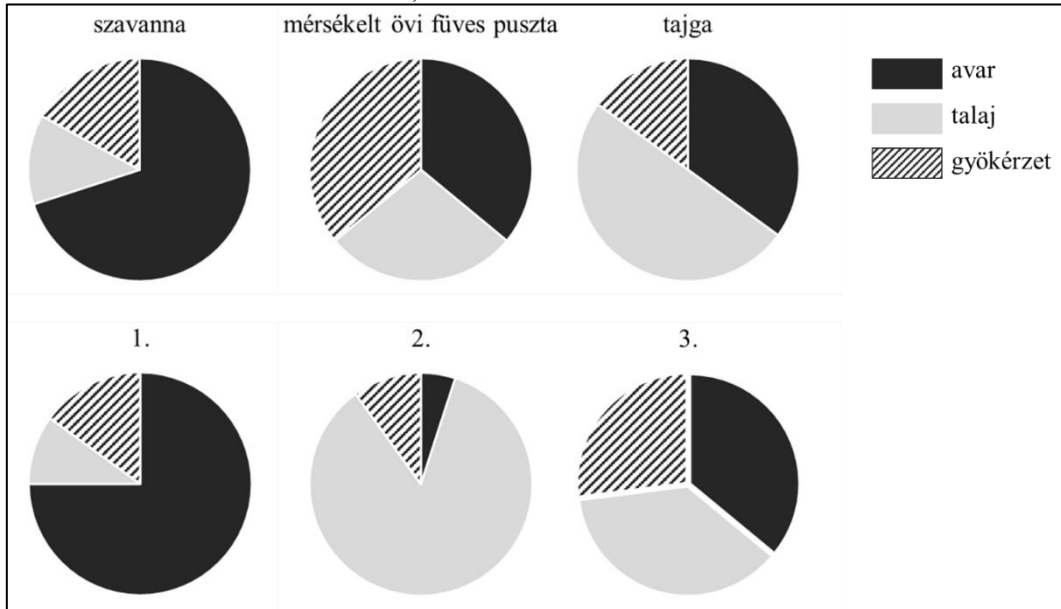


Az ökoszisztémákban a szerves anyagok lebomlása az éghajlati tényezőktől (a hőmérséklettől és a csapadék mennyiségétől) is függ.

*Tanulmányozza az alábbi ábrákat!*

A kördiagramok a nitrogén eloszlását mutatják az avarban, a talajban és a gyökérzetben hat különböző biomra vonatkozóan.

A grafikonon az egyes éghajlatok és biotopok megjelenését ábrázolták az éves csapadékmennyiség és az évi átlaghőmérséklet alapján (a finom szaggatott vonalazást ne vegye figyelembe az ábra értelmezése során).



64. Az előző oldalon látható ábrák alapján adja meg, hogy a számokkal jelölt ábrák mely biomok nitrogén-eloszlására vonatkoznak?

*Válassza ki a helyes válasz betűjelét!*

	1.	2.	3.
A.	trópusi lombhullató erdő	félsivatag	bozótos
B.	trópusi lombhullató erdő	tundra	mérsékelt övi lombhullató erdő
C.	trópusi esőerdő	félsivatag	mérséklet övi esőerdő
D.	mérsékelt övi esőerdő	sivatag	bozótos
E.	mérsékelt övi esőerdő	tundra	mérsékelt övi lombhullató erdő

**VÁLASZLAP**

- |               |                     |
|---------------|---------------------|
| 1. A B C D E  | 26. A B C D E       |
| 2. A B C D E  | 27. A B C D E       |
| 3. A B C D E  | 28. A B C D E       |
| 4. A B C D E  | 29. _____           |
| 5. A B C D E  | 30. _____           |
| 6. A B C D E  | 31. A B C D E       |
| 7. _____      | 32. _____           |
| 8. A B C D E  | 33. A B C D E       |
| 9. A B C D E  | 34. A B C D E       |
| 10. A B C D E | 35. A B C D E       |
| 11. _____     | 36. A B C D E       |
| 12. _____     | 37. A B C D E       |
| 13. A B C D E | 38. A B C D E       |
| 14. A B C D E | 39. A B C D E       |
| 15. A B C D E | 40. A B C D E       |
| 16. _____     | 41. A B C D E       |
| 17. _____     | 42. A B C D E       |
| 18. A B C D E | 43. A B C D E       |
| 19. A B C D E | 44. A B C D E       |
| 20. _____     | 45. A B C D E       |
| 21. A B C D E | 46. _____           |
| 22. _____     | 47. A B C D E       |
| 23. _____     | 48. A B C D E       |
| 24. _____     | 49. A B C D E       |
| 25. A B C D E | 50. _____-szeresére |

A jó válaszok száma: .....

A jó válaszok száma: .....

A rossz válaszok száma: .....

A rossz válaszok száma: .....

51. ....

52. .... %

53. A B C D E

54. ....

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. ....

60. A B C D E

61. A B C D E

62. ....

63. ....

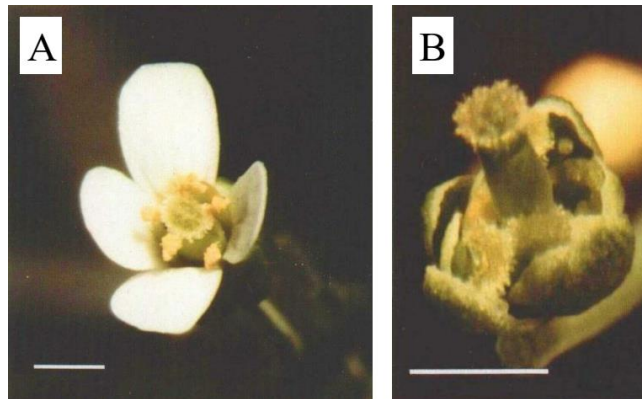
64. A B C D E

A jó válaszok száma: .....

A rossz válaszok száma: .....

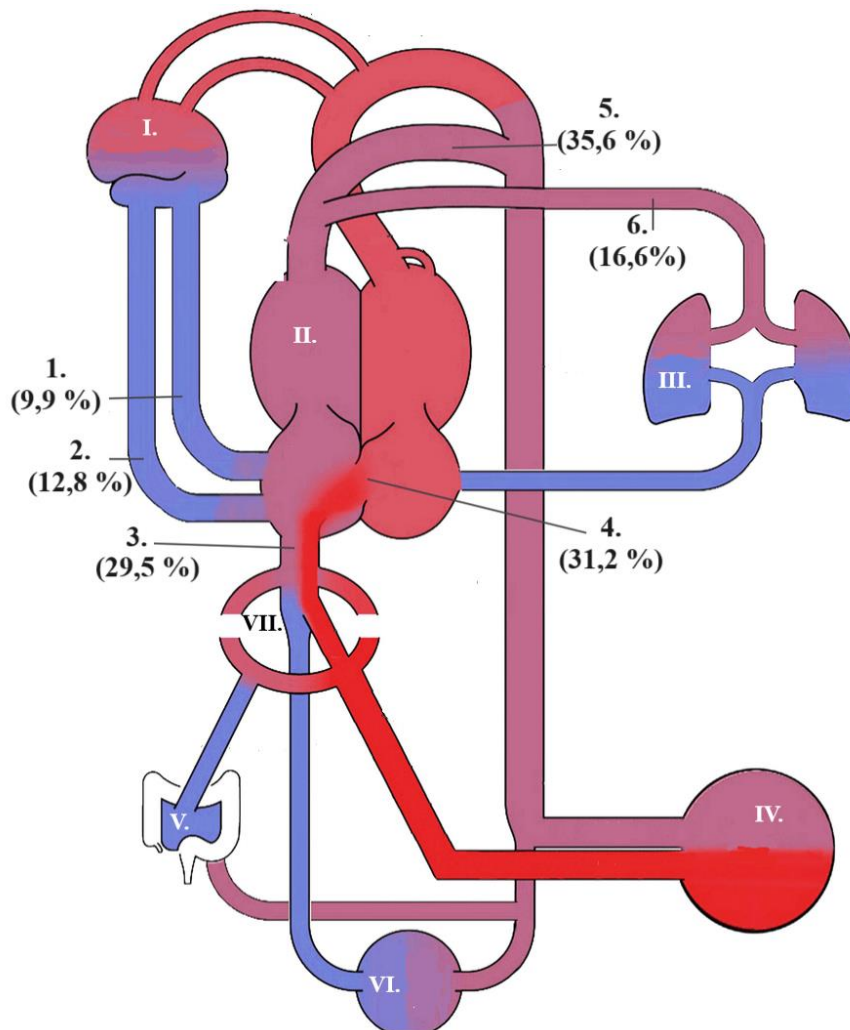
MELLÉKLET

I. ÁBRA A VIRÁGFEJLŐDÉS SZABÁLYOZÁSA 10. FELADAT

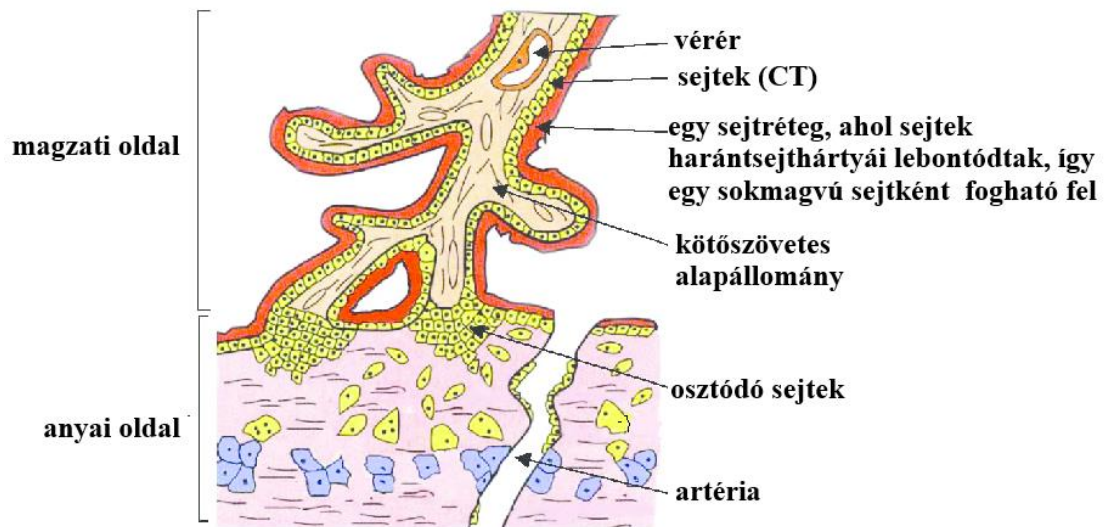


Vad típusú és mutáns növény virága.  
A fehér sáv 1 mm hosszát jelöl.

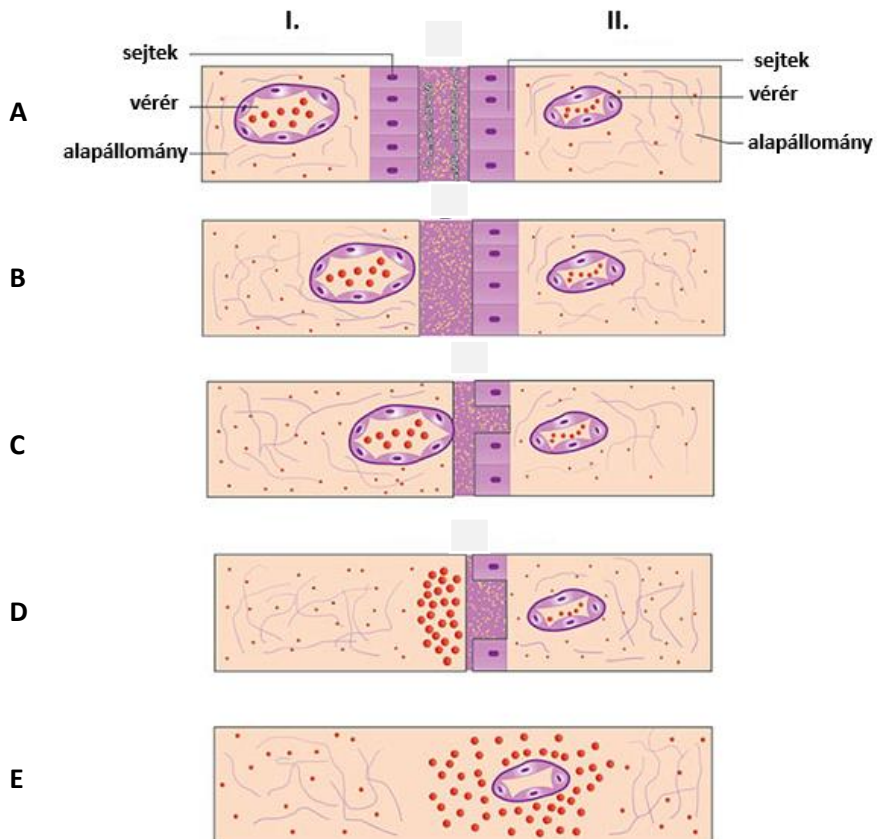
II. ÁBRA MAGZATI KERINGÉS 35-39. FELADAT



III. ÁBRA MAGZATI KERINGÉS 36. FELADAT



IV. ÁBRA MAGZATI KERINGÉS 39. FELADAT



V. ÁBRA EGY KIS HUMÁNGENETIKA 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

VI. ÁBRA ÖKOLÓGIA „EGYPERCESEK” 59. FELADAT

