

Projektazonosító: TÁMOP 3.1.3-11/1-2012-0013

BIOLÓGIA
11. ÉVFOLYAM
KÖZÉPSZINT

Tanulói munkafüzet

Műveltségterület: Ember és természet

Összeállította: Pintér Bertalan
Lektorálta: Kónya Noémi

2014

Tartalomjegyzék

Bevezetés	3
Munka- és balesetvédelmi, tűzvédelmi oktatás.....	4
Eszközök	7
1. Az ozmózis vizsgálata	9
2. Szénhidrátok vizsgálata.....	12
3. Fehérjék kimutatása	17
4. Fehérjék N és S tartalmának kimutatása	20
5. Nukleotidok vizsgálata.....	23
6. Fotoszintetikus pigmentek vizsgálata	26
7. A sejtosztódás vizsgálata: Mitózis	30
8. A sejtosztódás vizsgálata: A meiózis	33
9. Az idegrendszer vizsgálata.....	35
10. Belső elválasztású mirigyek vizsgálata.....	38
11. Az amiláz vizsgálata	40
12. Pepszin vizsgálata	43
13. A vese vizsgálata	46
14. Elektrokardiogram vizsgálat	49
15. Vérnyomásmérés vértelen úton	52
16. A szem vizsgálata	55
17. A szív vizsgálata	57
18. Szívizomszövet vizsgálata	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
19. A vércukorszint vizsgálata.....	61
20. Légzési térfogat mérése spirométerrel.....	64
Fogalomtár	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
Irodalomjegyzék	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
Ábrajegyzék	Hiba! A könyvjelző nem létezik.

Bevezetés

Az Ember a természetben műveltségi területen folyó nevelés-oktatás során a tanulók lehetőséget és segítséget kapnak ahhoz, hogy korszerű természettudományos műveltséget, világképet, gondolkodás- és szemléletmódot építsenek fel magukban. Több más műveltségi területtel együttműködve tekinthetik át az embernek, az általa létrehozott társadalomnak, valamint az őt körülvevő természetnek a kölcsönhatásait. A műveltségi területen zajló nevelés-oktatás célja, hogy megfelelően formálja a tanulók gondolkodásmódját, természethez való viszonyát. Célunk, hogy arra hívjuk fel a tanulók figyelmét, hogy az ember része a természetnek, annak rendszereivel megbonthatatlan egységet alkot.

Az Ember a természetben műveltségi terület keretében zajló nevelő-oktató munka célja szerteágazó:

- A természeti folyamatok, összefüggések s az ember ezekkel való kapcsolatának tényleges megértésére épül.
- A megismerési, tanulási folyamat a tanulók aktív, értelmező tevékenysége, a tapasztalatoknak a már meglévő elképzelések keretei között történő feldolgozása, az eredmények önálló, kritikus értékelése és alkalmazása.
- A tanulás során létrejövő tudásrendszernek alkalmasnak kell lennie környezetünk jelenségeinek előrejelzésére, magyarázatára, s alkalmazhatónak kell bizonyulnia a tanulók mindennapi tevékenysége során.

Követelmények:

- A tanulók felismerjék az élőlények (mikroorganizmusok, állatok, gombák, növények) testfelépítésének és életműködéseinek az evolúció során kialakult közös vonásait.
- Az életműködések alapján megértsék az élőlények egymásrataltságát, megbizonyosodjanak arról, hogy az élővilágban minden faj egyenértékű.
- Az állati viselkedés tanulmányozása során vonjanak párhuzamot az emberi viselkedéssel.
- Ahhoz, hogy elegendő ismerethez jussanak az élővilág evolúciójának feldolgozásához, végezzenek kísérleteket, vizsgálódásokat iskolai keretek között és használják ki az internet adta lehetőségeket ismereteik bővítéséhez, ismereteik továbbadásához.
- Fajismeretük bővítésével alapozzák meg ökológiai tanulmányaikat. Ismerjék, szeressék és védjék a természetet!

Munka- és balesetvédelmi, tűzvédelmi oktatás

Laborrend

- A szabályokat a labor első használatakor mindenkinek meg kell ismernie, ezek tudomásulvételét aláírásával kell igazolnia!
- A szabályok megszegéséből származó balesetekért az illető személyt terheli a felelősség!
- A labor használói kötelesek megőrizni a labor rendjét, a berendezési tárgyak, eszközök, műszerek épségét! A gyakorlaton résztvevők az általuk okozott, a szabályok be nem tartásából származó anyagi károkért felelősséget viselnek!
- A laborba táskát, kabátot bevinni tilos!
- A laborban enni, inni szigorúan tilos!
- Laboratóriumi edényekből enni vagy inni szigorúan tilos!
- A laboratóriumi vízcsapokból inni szigorúan tilos!
- Hosszú hajúak hajukat összefogva dolgozhatnak csak a laborban.
- Kísérletezni csak tanári engedéllyel, tanári felügyelet mellett szabad!
- A laborban a védőköpeny használata minden esetben kötelező. Ha a feladat indokolja, a további védőfelszerelések (védőszemüveg, gumikesztyű) használata is kötelező.
- Gumikesztyűben gázláng használata tilos! Amennyiben gázzal melegítünk, a gumikesztyűt le kell venni.
- Az előkészített eszközökhöz és a munkaasztalon lévő csapokhoz csak a tanár engedélyével szabad hozzányúlni!
- A kísérlet megkezdése előtt a tanulónak le kell ellenőriznie a kiadott feladatlap alapján, hogy a tálcáján minden eszköz, anyag, vegyszer megtalálható. A kiadott eszköz sérülése, vagy hiánya esetén jelezze a szaktanárnak vagy a laboránsnak!
- A kísérlet megkezdése előtt szükséges a kísérlet leírásának figyelmes elolvasása! A kiadott eszközöket és vegyszereket a leírt módon használjuk fel.
- A vegyszeres üvegekből csak a szükséges mennyiséget vegyük ki tiszta, száraz vegyszeres kanállal. A felesleges vegyszert nem szabad a vegyszeres üvegbe visszatenni.
- Szilárd vegyszereket mindig vegyszeres kanállal adagoljunk!
- Vegyszert a laborba bevinni és onnan elvinni szigorúan tilos!
- Vegyszert megkóstolni szigorúan tilos. Megszagolni csak óvatosan az edény feletti légteret orrunk felé legyezgetve lehet!
- Kémcsöveket 1/3 részénél tovább ne töltsük, melegítés esetén a kémcső száját magunktól és társainktól elfelé tartjuk.
- A kísérleti munka elvégzése után a kísérleti eszközöket és a munkaasztalt rendezetten kell otthagyni. A lefolyóba szilárd anyagot nem szabad kiönteni, mert dugulást okozhat!

Munka- és balesetvédelem, tűzvédelem

- Elektromos berendezéseket csak hibátlan, sérülésmentes állapotban szabad használni!
- Elektromos tüzet csak annak oltására alkalmas tűzoltó berendezéssel szabad oltani
- Gázégőket begyújtani csak a szaktanár engedélyével lehet!
- Az égő gyufát, gyújtópálcát a szemetesbe dobni tilos!
- A gázégőt előírásnak megfelelően használjuk, bármilyen rendellenes működés gyanúja esetén azonnal zárjuk el a csővezetéken lévő csapot, és szóljunk a szaktanárnak vagy a laboránsnak!
- Aki nem tervezett tüzet észlel köteles szólni a tanárnak!
- A munkaasztalon, tálcán keletkezett tüzet a lehető legrövidebb időn belül el kell oltani!
- Kisebb tüzek esetén a laboratóriumban elhelyezett tűzoltó pokróc vagy tűzoltó homok használata javasolt.
- A laboratórium bejáratánál tűzoltózuhany található, melynek lelógó karját meghúzva a zuhany vízárama elindítható.
- Nagyobb tüzek esetén kézi tűzoltó készülék használata szükséges
- Tömény savak, lúgok és az erélyes oxidálószeres bőrünkre, szemünkbe jutva az érintkező felületet súlyosan felmarják, égéshez hasonló sebeket okoznak. Ha bőrünkre sav kerül, száraz ruhával azonnal töröljük le, majd bő vízzel mossuk le. Ha bőrünkre lúg kerül, azt száraz ruhával azonnal töröljük le, bő vízzel mossuk le. A szembe került savat illetve lúgot azonnal bő vízzel mossuk ki. A sav- illetve lúgmarás súlyosságától függően forduljunk orvoshoz.

Veszélyességi szimbólumok



Tűzveszélyes anyagok
(gázok, aeroszolok,
folyadékok, szilárd
anyagok)



Oxidáló gázok
Oxidáló folyadékok



Robbanóanyagok
Önreaktív anyagok (A-B
típus)



Légzőszervi
szenzibilizáló
Csírasejt mutagenitás
Rákkeltő hatás
Reprodukciós toxicitás
Célszervi toxicitás,
egyszeri expozíció
Célszervi toxicitás,
ismétlődő expozíció
Aspirációs veszély



Akut toxicitás
(1-3. kategória)



Akut toxicitás
(4. kategória)



Fémekre korrozív hatású
anyagok
Bőrmarás/Bőrirritáció
Súlyos



Veszélyes a vízi
környezetre

Eszközök



főzőpohár



óraüveg



Petri-
csésze



mérőhenge-
r



üvegbot



tárgylemez



fedőlemez



kapilláris



vegyszeres
kanál



műanyag
pipetta



dörzs-
mozsár



kémcső



kémcső-
állvány



kémcsőfogó



vashárom-
láb



Bunsen
égő



kerámiahál-
ó



szűrőállvány



üveg-
tölcsér



szűrőkarika



szűrőpapír



lakmusz-
papír



csipesz



boncolló



bonctál



szike



lándzsatű



fény-
mikroszkóp



sztereo-
mikroszkóp



EKG szenzor
és
adatgyűjtő



hőmérő



spirométer



*vércukor-
szintmérő,
tesztcsík,
ujjszűrő*



*vérnyomás
mérő*



VRK lemez

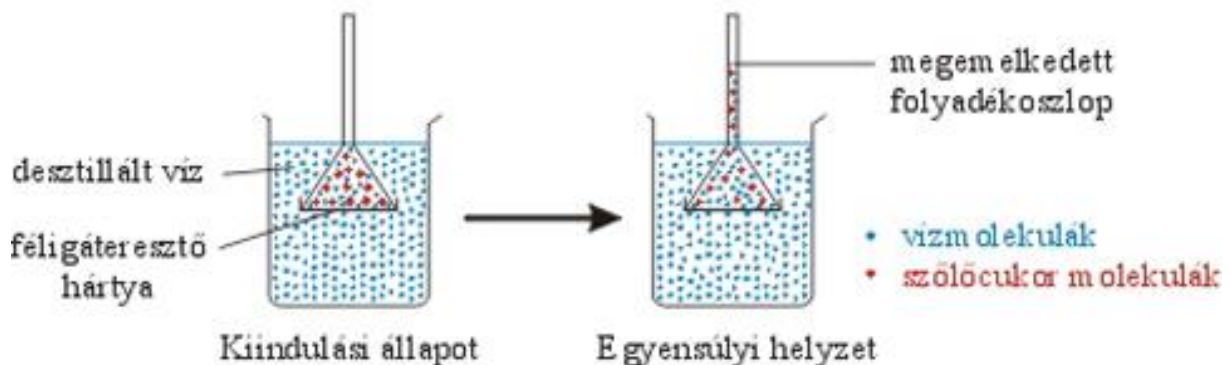


desztillált víz

1. Az ozmózis vizsgálata

Az élő szervezetek egyik legfontosabb folyamata az **ozmózis**. E folyamatnak köszönhetően szívódnak fel a bélfalon a tápanyagok és a víz, valamint ennek köszönhetően alakul ki a vizelet vesénk közreműködésével. Az ozmózis **féligáteresztő hártyán** keresztül történik, ahol csak a kis molekulák tudnak átjutni diffúzióval.

Ezen a gyakorlaton az ozmózis jelenségét fogjuk vizsgálni.



1. ábra Az ozmózis jelensége

Munka és balesetvédelem:



1. Kísérlet: Ozmózis jelenségének vizsgálata sárgarépa karógyökérével

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: Petri csésze, sárgarépa karógyökér, desztillált víz, keményítő, kristálycukor

A kísérlet menete:

- A karógyökérből 4, kb. 3 cm-es darabot vágunk, középe mélyedést vágunk.
- Két gyökérdarab vájatába kristálycukrot teszünk, a Petri csésze egyik felébe tesszük és kevés desztillált vizet öntünk bele.
- A másik két gyökérdarabba keményítőt teszünk és a Petri csésze másik felébe rakjuk, alá szintén egy kevés desztillált vizet öntünk
- 20-30 perc elteltével figyeljük meg a változásokat.

2. Kísérlet: Ozmózis jelenségének vizsgálata ecetsav oldattal lemaratott héjú tojásan

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: 2db nagyobb főzőpohár, papírtörő, 2db leoldott héjú tojás, desztillált víz, szilárd NaCl

A kísérlet menete:

- A kísérlet előtt 24 órával 10%-os ecetsavba tesszük a tojást és meszes héját leoldjuk.
- A tojásokat kivesszük az ecetsav oldatból, csapvízzel leöblítjük, papírtörővel leitatjuk róluk a felesleges vizet és táramérleggen tömegüket megmérjük, feljegyezzük. Érdemes a tojásokat alkoholos filccel megjelölni!
- Az egyik főzőpohár $\frac{2}{3}$ -ig desztillált vizet öntünk és annyi NaCl-t adunk hozzá hogy telített oldatot kapjunk.
- A másik főzőpohárba csak desztillált vizet teszünk a főzőpohár $\frac{2}{3}$ -ig.
- A főzőpoharakba beletesszük a lemerített tojásokat.
- A tojásokat 45 percig hagyjuk a főzőpoharakba, majd vegyük ki, töröljük szárazra és tömegüket ismét mérjük le.
- Rögzítsük a tapasztaltakat.

I. Mit tapasztaltál az első kísérletnél?

.....

.....

.....

.....

II. Írd fel a tojáshéj és az ecetsav reakcióegyenletét és rendezd!

.....

III. Mit tapasztaltál az egyes tojásoknál? Indokold meg a változásokat!

.....

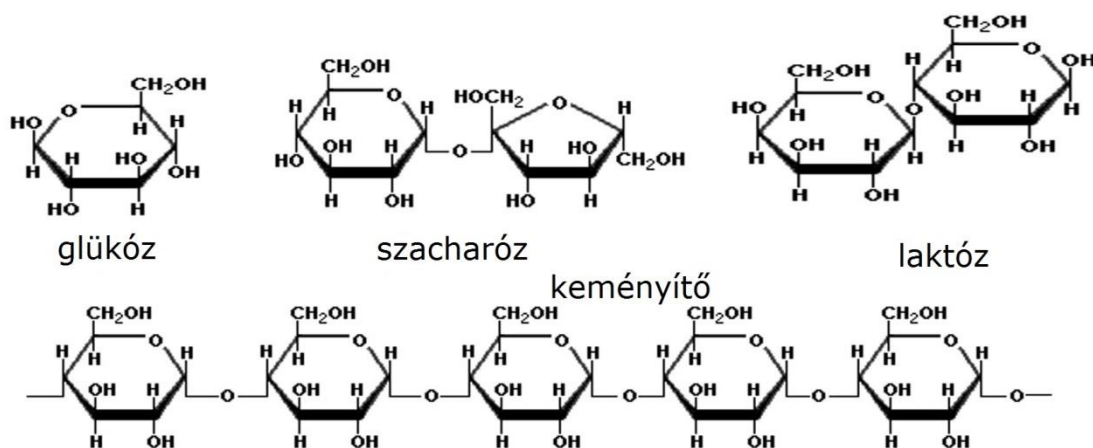
IV. Számold ki, hány %-kal változott a tojások tömege!

2. Szénhidrátok vizsgálata

A szénhidrátok a legnagyobb tömegben jelenlévő szerves anyagok a Földön. Funkciójuk bámulatosan sokrétű, növényi és állati vázanyagok, tartaléktápanyagok, energiahordozók. Részt vesznek immunfolyamatokban és a véralvadásban, valamint a DNS és RNS felépítésében is. A H:O arány 2:1, ezért régen azt hitték, hogy a szén „hidrátjai”. Ma már inkább **polihidroxi oxovegyületekként** tekintünk rájuk.

Felépítésük alapján érdemes csoportosítani őket. Ez alapján megkülönböztetünk **monoszacharidokat**, **diszacharidokat**, **oligoszacharidokat** és **poliszacharidokat**. Attól függően, hogy az oxo csoport hol helyezkedik el, megkülönböztetünk **aldózokat** (láncvégi oxo csoport) és **ketózokat** (láncközi oxo csoport). A di- és oligoszacharidok két, vagy néhány monoszacharid egységből épülnek fel. Végül a poliszacharidok, melyek bonyolult szerkezetű óriásmolekulák több száz, akár több ezer monoszacharid egységből is felépülhetnek.

A monoszacharidok gyűrűvé záródásakor alakul ki a **glikozidos hidroxil csoport**.



2. ábra Egyszerű és összetett szénhidrátok

Munka és balesetvédelem:



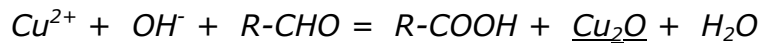
1. **Kísérlet:** Redukáló cukrok kimutatása Fehling-próbával

Szükséges védőfelszerelések:



.....
.....
.....
.....

III. Rendezd az alábbi reakcióegyenletet!



IV. Mit tartalmaz a Fehling I. és Fehling II. oldat?

.....
.....
.....

2. Kísérlet: Redukáló cukrok kimutatása ezüstitűkőr próbával

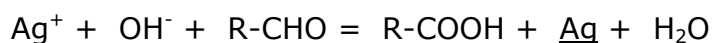
Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: kémcsőállvány, 5 kémcső, 250 cm³ főzőpohár, kémcsőfogó, 10% glükóz oldat, 10% fruktóz oldat, 10% laktóz oldat, 10% szacharóz oldat, 0,1 M AgNO₃ oldat, 2 M ammónia oldat, Bunsen égő, vasháromláb, kerámiaháló, gyufa

A kísérlet menete:

- A kémcsöveket mosószeres vízzel alaposan elmoszuk, desztillált vízzel 3x kiöblítjük, a kémcsövek belsejét kevés alkohollal zsírtalanítjuk.
- A 4 db kémcsövet feliratozzuk, hogy majd később tudjuk, melyik kémcsőben milyen cukoroldat van, az 5. kémcső a referencia lesz.
- A főzőpoharat $\frac{3}{4}$ -ig töltjük csapvízzel és gázégő felett, vasháromlábban melegíteni kezdjük.
- A kémcsövekbe kb. 4 cm³ 0,1 M AgNO₃ oldatot öntünk és annyi 2 M ammónia oldatot adunk hozzá, hogy a kezdetben leváló barnás csapadék feloldódjon és az oldat színtelen legyen.
- Minden kémcsőbe kb. 2 cm³ más-más cukoroldatot teszünk, összerázzuk és a forró, de nem forrásban lévő vízbe állítjuk őket. Ekkor a gáz már elzárható. Az 5. kémcsőbe nem teszünk cukoroldatot, az lesz a referencia.



3. Kísérlet: Fruktóz kimutatása szacharózból Seliwanoff-teszttel.

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: kémcsőállvány, 3 kémcső, Seliwanoff reagens, 250 cm³ főzőpohár, kémcsőfogó, 10% szacharóz oldat, 10% glükóz oldat, Bunsen égő, vasháromláb, kerámiaháló, gyufa

A kísérlet menete:

- A 3 kémcsövet feliratozzuk, hogy később tudjuk, melyikbe milyen cukoroldatot tettünk. A 3. kémcső lesz a referencia
- A főzőpoharat $\frac{3}{4}$ -ig töltjük csapvízzel és gázégő felett, vasháromlábban melegíteni kezdjük.
- Az egyik kémcsőbe kb. 1 cm³ 10%-os szacharóz oldatot teszünk, a másikba 10%-os glükóz oldatot, a 3. kémcsőbe desztillált vizet.
- Mindegyik kémcsőhöz 5 cm³ Seliwanoff reagenst adunk, a kémcsövek tartalmát összerázzuk és a forró, de nem forrásban lévő vízbe állítjuk őket. Ekkor a gáz már elzárható.
- Néhány perc elteltével rögzítjük a tapasztaltakat.

VIII. Mit tapasztaltál az egyes kémcsövekben? Hasonlítsd össze a referenciához képest és magyarázd a tapasztaltakat!

.....

.....

.....

.....

.....

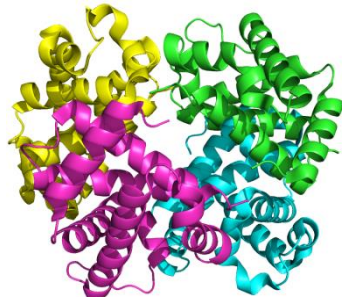
.....

.....

3. Fehérjék kimutatása

A fehérjék az élővilág egyik legfontosabb **makromolekulái**. Számos folyamatban vesznek részt, lebontó- és felépítő folyamatokban egyaránt. A fehérjéket alapvetően 5 féle atom építi fel, nevezetesen a szén (C), a hidrogén (H), az oxigén (O), a nitrogén (N) és a kén (S). A sejtek fehérjéit 20 féle α -aminosav építi fel, melyek NH_2 és COOH funkciós csoporttal is rendelkező kisméretű szerves molekulák. Az aminosavak egymással kondenzációs reakcióba amid-, vagy más néven **peptidkötéseket** hoznak létre. Attól függően, hogy hány aminosav kapcsolódik össze beszélünk dipeptidről, tripeptidről, oligopeptidről, polipeptidről, és végül fehérjéről.

Ahhoz, hogy kimutassuk a fehérjéket az α -aminosavak oldalláncait, valamint a peptidkötéseket fogjuk kihasználni.



3. ábra A hemoglobin fehérje

Munka és balesetvédelem:



1. Kísérlet: Fehérje kimutatása xantoprotein-reakcióval

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: kémcső, kémcsőállvány, tojásfehérje oldat, cc. HNO_3 (tömény salétromsav)

A kísérlet menete:

- Egy kémcsövet 1/4-ig töltünk tojásfehérje oldattal.
- Gumikesztyű és védőszemüveg használata mellett pár csepp tömény salétromsavat adunk a tojásfehérje oldathoz.
- Figyeljük meg a színreakciót.

I. Milyen színreakciót tapasztaltál?

.....

II. Mi történhetett a cc. HNO_3 hatására a fehérjével?

.....

2. Kísérlet: Fehérje kimutatása biuret-reakcióval

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: kémcső, kémcsőállvány, tojásfehérje oldat, 1%-os CuSO_4 (réz-szulfát) oldat, 2M NaOH (nátrium-hidroxid) oldat

A kísérlet menete:

- Egy kémcsövet 1/4-ig töltünk tojásfehérje oldattal.
- Gumikesztyű és védőszemüveg használata mellett pár csepp 2M NaOH (nátrium-hidroxid) oldatot adunk a kémcsőbe lévő tojásfehérje oldathoz, majd pár csepp 1%-os CuSO_4 (réz-szulfát) oldatot.
- Figyeljük meg a színreakciót.

III. Milyen színreakciót tapasztaltál?

.....

3. Kísérlet: 3 ismeretlen oldat fehérjetartalmának kimutatása biuret-reakcióval.

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: 3 számozott kémcső, kémcsőállvány, ismeretlen oldatok, 1%-os CuSO_4 (réz-szulfát) oldat, 2M NaOH (nátrium-hidroxid) oldat

A kísérlet menete:

- A kémcsöveket megszámozzuk 1-3-ig.
- A megszámozott kémcsövek ¼-ig ismeretlen oldatokat töltünk.

- Gumikesztyű és védőszemüveg használata mellett a három számozott kémcsőbe pár csepp 2M NaOH (nátrium-hidroxid) oldatot adunk, majd pár csepp 1%-os CuSO₄ (réz-szulfát) oldatot.
- Figyeljük meg melyik kémcsőben tapasztalunk színreakciót.

IV. Mit tapasztaltál a NaOH és CuSO₄ hozzáadásakor?

.....

.....

.....

V. Melyik ismeretlen oldat tartalmaz fehérjét?

.....

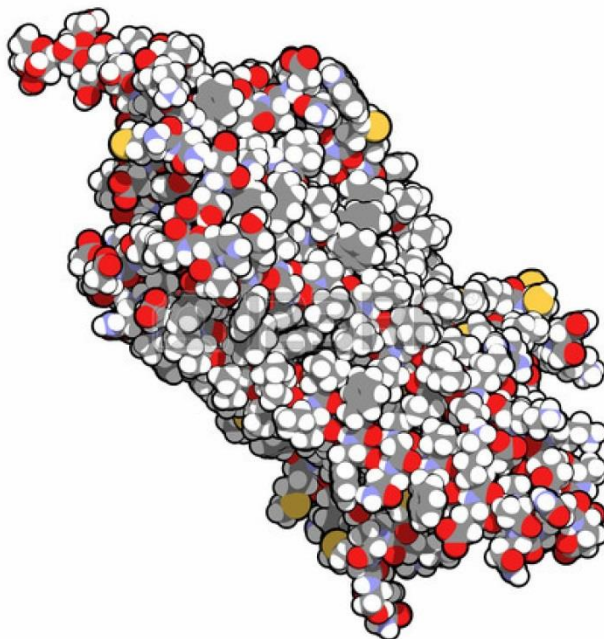
.....

.....

4. Fehérjék N és S tartalmának kimutatása

A fehérjéket alapvetően 5 féle atom építi fel, nevezetesen a szén (C), a hidrogén (H), az oxigén (O), a nitrogén (N) és a kén (S). A fehérjék térszerkezetének stabilizálásában a kénnek elengedhetetlen szerepe van.

A következő kísérletben bebizonyítjuk, hogy a fehérjékben megtalálható mind a kén, mind pedig a nitrogén.



4. ábra A rodopszin fehérje. Sárga a kén, kék a nitrogén, szürke a szén, piros az oxigén, míg fehér a hidrogén atomokat jelöli

Munka és balesetvédelem:



1. Kísérlet: Tojásfehérje oldat N és S tartalmának kimutatása

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: kémcsőállvány, 2 kémcső, kémcsőfogó, üvegbot, Bunsen égő, gyufa, tojásfehérje oldat, 20%-os NaOH oldat, 20% HCl oldat, 0,1 M AgNO₃ oldat, lakmuspapír

A kísérlet menete:

- A két kémcsőbe kb. 4 cm³ tojásfehérje oldatot öntünk.
- Mind a két kémcsőhöz kb. 2 cm³ 20%-os NaOH oldatot adunk.

- A nitrogéntartalom kimutatásához az egyik kémcsövet kémcsőfogóval, Bunsen égő lángja felett óvatosan melegítjük, majd desztillált vízzel megnedvesített lakmuspapírt teszünk a kémcső szájához.
- Rögzítjük a tapasztaltakat.
- Ha megfigyeltük mi történik a megnedvesített lakmuspapírral, mártsunk egy üvegbotot 20%-os sósav oldatba és dugjuk a kémcsőbe.
- Rögzítsük a tapasztaltakat.
- A kéntartalom kimutatásához a kémcsövet kémcsőfogóval Bunsen égő lángja felett óvatosan melegítjük, majd melegítés után néhány csepp 0,1 M AgNO_3 oldatot adunk a kémcsőhöz.
- Rögzítjük a tapasztaltakat.

I. Mit tapasztaltál a kísérletek során?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

II. Milyen szagot éreztél a kísérlet során? Ha szükséges óvatosan szagold meg a kémcsöveket!

.....

.....

III. Írd fel a 3 reakció egyenletét és rendezd!

.....

.....

.....

IV. Hogyan mutatnád ki a fehérjék szén, hidrogén és oxigén tartalmát? Ahol lehet, írd meg a reakcióegyenletet is!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

V. Sorold fel a kéntartalmú aminosavakat! Használd segítségként az internetet!

.....

VI. Milyen szerepe lehet a kénnek a fehérjék térszerkezetében? Válaszodat indokold!

.....

.....

.....

.....

5. Nukleotidok vizsgálata

A nukleotid típusú vegyületek a fehérjékkel karöltve a legfontosabb összetett molekulák az élővilágban. A nukleotidok egy 5 C-atomos cukorból – lehet ribóz és dezoxiribóz –, egy N-tartalmú szerves bázisból és egy, vagy több foszforsav molekulából állnak.

Az élő szervezetekben számtalan funkciót töltenek be, de ezek közül is talán a két legfontosabb az energiakonzerválás és az információátvitel. Az energiát **adenozin- trifoszfátok** tárolják **nagy energiájú makroerg kötésekben**. Az információátvitelhez egy nukleotid kevés lenne, ezért ezek láncba kapcsolódva ún. **polinukleotidokat** hoznak létre. Egy polinukleotid lánc elég nagy ahhoz, hogy megfelelő mennyiségű és minőségű információt tároljon. Ilyen polinukleotid a DNS és az RNS.



5. ábra A DNS kettősspirál

Munka és balesetvédelem:



1. **Kísérlet:** DNS izolálása gyümölcsből

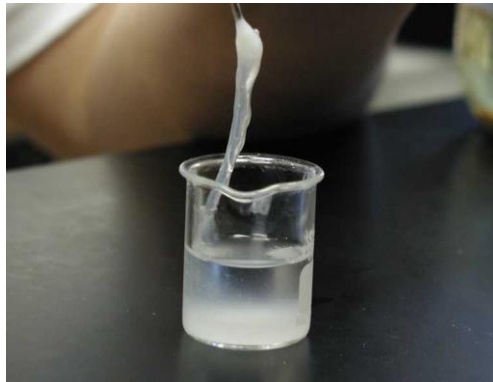
Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: dörzsmozsár, mérőhenger, 100ml-es főzőpohár, 200ml-es főzőpohár üvegtölcsér, szűrőkarika, szűrőállvány, szűrőpapír, vegyszeres kanál, műanyag pipetta, üvegbot, 25-30g-os gyümölcsharab (banán, eper, kiwi, akár paradicsom is), detergens (mosogatószer), szilárd NaCl, hűtött izopropil-alkohol

A kísérlet menete:

- A 200ml-es főzőpohárba mérjük 90 cm³ desztillált vizet, adjunk hozzá kb. 10 cm³ detergenst és kb. 2g szilárd NaCl-t. Üvegbot segítségével úgy keverjük össze, hogy ne habozzon.
- A gyümölcsdarabot dörzsmozsárban pépesítjük, az előbb készített oldatból adunk hozzá egy keveset.
- A pépesített gyümölcsöt a detergenshez kanalazzuk és 5-10 percig üvegbottal kevergetjük. Vigyázzunk, hogy az oldat ne habozzon fel!
- A szűrőállványra rögzítjük a szűrőkarikát, tegyük bele a tölcserét és a magasságot úgy állítsuk be, hogy a tölcser az alá tett főzőpohárba épp hogy beleérjen.
- A tölcserbe szűrőpapírt teszünk és a detergennel kezelt gyümölcspépet átszűrjük.
- A szűrlet tetejére óvatosan rétegezzük 1-2 cm vastagon hűtött izopropil-alkoholt.
- Néhány perc elteltével a fázishatáron fehér csapadék válik ki, ez a DNS.



6. ábra A kicsapódott DNS

I. Mit tapasztaltál a kísérlet során? Próbáld megmagyarázni a kísérlet végeredményét!

.....

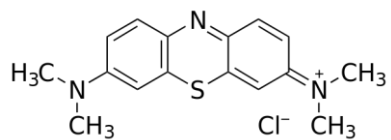
.....

.....

.....

.....

II. A kísérlet végén adj egy csepp metilénkék indikátort a kémcsőhöz. Az indikátor szerkezetét ismerve magyarázd a látottakat!



7. ábra Metilénkék

.....

.....

.....

III. Melyek a DNS-t és az RNS-t alkotó bázisok? Csoportosítsd őket!

.....

.....

.....

IV. Írd fel a bázispárosodás szabályait!

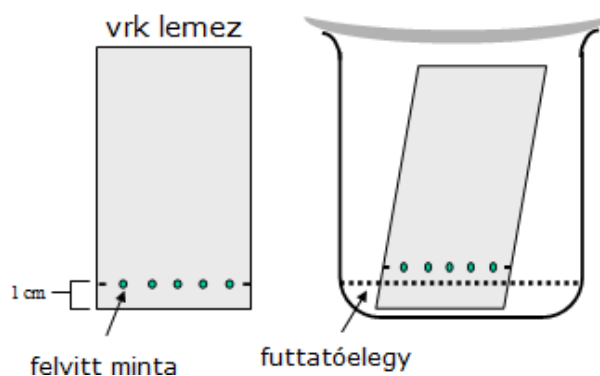
.....

.....

6. Fotoszintetikus pigmentek vizsgálata

A fotoszintézis a földi élet alapja. Ez a folyamat állítja elő a légköri O_2 -t, valamint a CO_2 fixálás révén a heterotróf szervezetek számára szükséges szerves anyagokat. A folyamat, melyre minden zöld növény képes két szakaszból áll: egy **fényszakaszból**, valamint egy **sötét szakaszból**. A fényszakasz lényege a CO_2 fixáláshoz szükséges energia, valamint redukáló erő előállítása ATP és NADPH formájában, napfény segítségével. A folyamat mellékterméke az O_2 gáz. A sötét szakaszhoz nem szükséges a napfény. Ebben a szakaszban a CO_2 megkötődik, és a fényszakaszban keletkezett ATP és NADPH segítségével szerves szénvegyülettel redukálódik.

A gyakorlat során a fotoszintetikus pigmenteket fogjuk elválasztani egymástól **vékonyréteg kromatográfia** segítségével. A **kromatográfia** anyagkeverékek szétválasztására, tisztítására, vegyületek azonosítására használható kémiai módszer. A módszer elve, hogy a vizsgált anyagot egy állófázison visszük keresztül egy mozgófázis segítségével. Anyagi minőségétől függően az állófázison adszorbeálódnak az anyagok és így el tudjuk választani az egyes komponenseket egymástól. A vékonyréteg kromatográfia során egy szilárd lapra vékony rétegbe viszik fel az állófázist, amiben a kapillárishatás miatt a mozgófázis vándorol. Az oldószer anyagi minőségétől függően a fotoszintetikus pigmentek meghatározott magasságig fognak futni. A **retenciós faktoral** (R_f) azonosítani tudjuk a szétvált pigmenteket.



8. ábra VRK lemezre felvitt pigmentkivonat cseppek

Pigment	Szín	R_f
karotin	naracssárga	0,91
feofitin a/b	szürke	0,63-0,75
klorofill-a	zöldeskék	0,63
klorofill-b	zöld	0,58
xantofilok	sárga	0,32-0,53

Munka és balesetvédelem:



1. Kísérlet: Fotoszintetikus pigmentek elválasztása vékonyréteg kromatográfiával

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: dörzsmozsár, 200ml-es főzőpohár, 100ml-es főzőpohár, mérőhenger, kapilláriscső, elektromos melegítő, vatta, üvegtölcsér, szűrőállvány, szűrőkarika, óraüveg, VRK lemez, levélminta, 96%-os etanol, homok, futtatóelegy (benzin:izopropanol 10:1 arányú elegye)

A kísérlet menete:

- 3-4 friss levelet felaprítunk, dörzsmozsárba tesszük, hozzáadunk egy kevés homokot, pár cm³ 96%-os etanolt és alaposan eldörzsöljük.
- a pépet 100ml-es főzőpohárba kanalazzuk, mérőhengerrel kimérünk 10 cm³ 96%-os etanolt, hozzáadjuk és elektromos melegítőn 5-10 percig melegítjük. Vigyázzunk, hogy az elegy ne forrjon fel!
- A kapott elegyet vattán átszűrjük egy főzőpohárba.
- A géllap aljától számított 1cm-re ceruzával, vonalzó segítségével egy vízszintes vonalat húzunk, ez lesz a START vonal. A géllap felületéhez ne érjünk hozzá, mert nem fog sikerülni a kísérlet. Lehetőleg az oldalánál fogjuk meg!
- A géllap közepére, a vonalra, kapilláris segítségével vigyünk fel pár csepp pigment oldatot. A következő csepp oldatot akkor cseppentsük, amikor az előző cseppből az oldószer már elpárolgott.
- 200ml-es főzőpohárba annyi futtatóelegyet öntünk, hogy maximum 1 cm magas legyen.
- A géllapot beletesszük a főzőpohárba úgy, hogy a START vonal legyen lefelé és a futtatóelegy szintje a START vonal alatt legyen.
- A főzőpoharat óraüveggel letakarjuk, majd 30 perc elteltével a géllapot kivesszük.
- Jelöljük meg az oldószerfrontot ceruzával és a géllapon szétvált pigmenteket óvatosan karikázzuk be.
- Azonosítsuk a pigmenteket a retenciós faktor (R_f) kiszámításával.

$$R_f = \frac{\text{az anyag vándorlási távolsága a felcseppentés helyétől}}{\text{az oldószerfront vándorlási távolsága a felcseppentés helyétől}}$$



9. ábra A VRK lemezen szétvált pigmentek

- I. Hány pigmentet tudsz elkülöníteni a kromatogrammon? Az R_f érték segítségével azonosítsd a pigmenteket!

.....

.....

.....

.....

.....

- II. Hol zajlik a növényekben a fotoszintézis?

.....

- III. A fotoszintetikus pigmentek delokalizált π -elektronokat tartalmaznak. Miért fontos ez?

.....

.....

.....

.....

- IV. Sorold fel az I. és II. fotorendszer pigmentjeit!

.....

.....

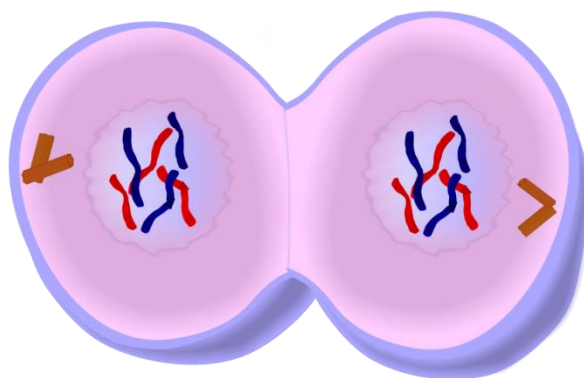
.....

V. Írd fel és rendezd a fotoszintézis alapegyenletét!

.....

7. A sejtosztódás vizsgálata: Mitózis

A **mitózis** olyan osztódási forma, mely nem jár kromoszómaszám változással, ezért hívják számtartó osztódásnak. Az **eukarióta** élőlények sejtosztódása a sejtciklus által szabályozott folyamat, melynek végső fázisa a mitózis. A mitózist időrendben több fázisra lehet osztani. Kezdődik a DNS megkettőződéssel és zárul a két utódsejt szétválásával. A mitózis eredménye két sejt, melyek DNS tartalma teljes mértékben megegyezik.



10. ábra Mitotikusan osztódó sejt

Munka és balesetvédelem:



1. Kísérlet: Mitózis fázisainak vizsgálata dughagyma gyökércsúcsi sejteken

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: mikroszkóp, tárgylemez, fedőlemez, lándzsatű, szűrőpapír, Bunsen égő gyökereztetett dughagyma (2-5 nappal a gyakorlat előtt szükséges előkészíteni), 1M HCl, 45%-os ecetsav oldat, 5%-os kármínecetsav oldat (45% ecetsavban oldva; [helyette meg lehet próbálni metilénkékkel, esetleg szafraninnal])

A kísérlet menete:

- A dughagymákat a gyakorlat előtt 2-5 nappal gyökereztetjük.
- A gyökereztetés során a vizet naponta cseréljük.
- Preparátum készítésére az 1-2 cm hosszú, még nem barna gyökér alkalmas.
- A gyökereket festés előtt rögzíteni kell. Ehhez 45%-os ecetsav oldatba helyezzük a gyökereket 20 percre.

- A rögzítés után a gyökereket puhítjuk. Ehhez 1M HCl oldatot használunk. A gyökereket a rögzítő oldatból kivesszük, desztillált vízzel lemossuk, leitatjuk, majd 1M-os hideg HCl oldattal leöblítjük. Ezután a gyökereket 60°C-ra melegített 1M-os HCl oldatban inkubáljuk 5 percig. 5 percnél tovább ne inkubáljuk, mert roncsolódik a sejtmag.
- A puhított gyökérdarabokat desztillált vízzel lemossuk, leitatjuk és kezdődhet a festési eljárás.
- Megállapítjuk, hogy melyik a gyökér csúcsi része (sárgásfehér áttetsző rész), tárgylemezre tesszük és 5%-os kárminecetsav oldatot cseppentünk rá.
- A tárgylemezt nyílt láng felett óvatosan melegítjük 1-2 percig. Vigyázzunk, hogy a festék ne forrjon fel a tárgylemezen! Ha elpárologott a festékoldat a tárgylemezről cseppentsünk rá újabb cseppet.
- A festés után a felesleges kárminecetsavat felitatjuk és a gyökereket új tárgylemezre tesszük, a gyökér csúcsi részét lándzsatű segítségével leválasztjuk, a többi gyökérdarabot eltávolítjuk.
- A gyökércsúcsra egy csepp kárminecetsavat cseppentünk fedőlemezzel letakarjuk, a fedőlemezre egy szűrőpapír csíkot helyezünk, rászorítjuk és tompa tárggyal (pl. ceruzával) kopogtatjuk, „firkálgatjuk”. Ez után hüvelykujjunkkal, egy határozott mozdulattal ránehezedünk a mintára. Óvatosan, ne törjön el az üveg!
- Ezután a kész preparátumot fénymikroszkóppal vizsgáljuk.

I. Sorold fel a mitózis fontosabb jellemzőit!

.....

.....

.....

II. Ismertesd a mitózis fázisait!

.....

.....

.....

.....

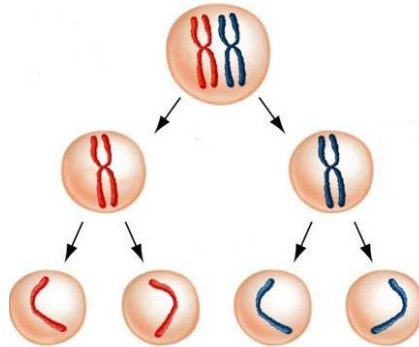
.....

III. Készíts rajzot a mitózis egyes fázisairól! A rajz mellett tüntesd fel a nagyítást is!

8. A sejtosztódás vizsgálata: A meiózis

A **meiózis**, vagy számfelező sejtosztódás az ivaros szaporodás nélkülözhetetlen osztódási típusa. A folyamat nélkül a káros mutációk nagyobb gyakorisággal halmozódnának fel az élő sejtekbe. A folyamat során egy **diploid** anyasejt négy **haploid** utódsejtté osztódik. Az utódsejtek információtartalma feleannyi, mint az anyasejtté.

A gyakorlat során pollenanyasejteken fogjuk megfigyelni a meiózis egyes fázisait.



11. ábra Meiotikusan osztódó sejt

Munka és balesetvédelem:



1. Kísérlet: Meiózis fázisainak vizsgálata fás bazsarózsa (*Paeonia suffruticosa*) pollenanyasejtjeinek szélesztett preparátumán

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: mikroszkóp, tárgylemez, fedőlemez, lándzsatű, szűrőpapír, Bunsen égő, fixált fás bazsarózsa pollenanyasejtek (esetleg meg lehet próbálni más virágos növény pollenanyasejtjeivel), Carnoy rögzítő (absz. alkohol és jégecet 3:1 elegye), 5%-os kárminecetsav oldat (45% ecetsavban oldva; [helyette meg lehet próbálni metilénkékkel, esetleg szafraninnal])

A kísérlet menete:

- A közepes méretű bazsarózsa bimbókat tavasszal érdemes begyűjteni.
- A takaróleveleket eltávolítjuk és Carnoy rögzítő oldatba tesszük 1-2 napig, az oldatot 12 óránként cserélgetjük. Rögzítés után a bimbókat 70%-os etil-alkoholba tároljuk (mélyhűtőben évekig eláll).

- A rögzített bimbóból egy porzószálat kiveszünk, tárgylemezre rakjuk, a portok végéből egy kicsit lecsippentünk és lándzsatűvel feldaraboljuk.
- 1-2 csepp kárminecetsavat cseppentünk rá, lefedjük fedőlemezzel és így melegítjük rövid ideig Bunsen égő lángja felett. Vigyázzunk, hogy a hőtől ne repedjen el a tárgylemez!
- A preparátumra szűrőpapír csíkot szorítunk és egy tompa tárggyal (pl. ceruza tompa végével, vagy üvegbottal) a preparátumot kopogtatjuk „firkálgatjuk”.
- A preparátumot mikroszkópba helyezzük, és vizsgáljuk.

I. Ismertesd a meiózis fontosabb jellemzőit!

.....

.....

.....

.....

II. Készíts rajzot a mikroszkópban látottakról! Tüntesd fel a nagyítást is!

9. Az idegrendszer vizsgálata

Az élővilág legfejlettebb idegrendszere az emberé. Az idegrendszer speciális sejtek hálózata, melyek feladata az információ fogadása, dekódolása és továbbítása, valamint más szervrendszerek szabályozása és a **homeosztázis** fenntartása. Az idegrendszer két részre oszthatjuk: központi idegrendszer és környéki idegrendszer. A központi idegrendszer felépítésében az agyvelő és a gerincvelő vesz részt, míg a környéki idegrendszert a testet behálózó ideg és dúcok alkotják.

A gyakorlaton elsősorban a központi idegrendszer részeit fogjuk megvizsgálni mikroszkópi preparátumokon.



12. ábra Az idegrendszer

Munka és balesetvédelem:

-

- 1. Kísérlet:** Az idegrendszer vizsgálata mikroszkópi preparátumokon fénymikroszkóppal

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: idegrost preparátum, gerincvelő keresztmetszet preparátum, nyúltagy keresztmetszet preparátum, kisagy keresztmetszet preparátum, nagyagykéreg keresztmetszet preparátum, fénymikroszkóp.

A kísérlet menete:

- Fénymikroszkóp segítségével vizsgáljuk meg az izolált idegrost preparátumot. Figyeljük meg a velőshüvelyt és a befűződéseket.

- Tegyük be a fénymikroszkópba a gerincvelő keresztmetszetét tartalmazó preparátumot. Figyeljük meg a szürke- és fehérállományt, valamint a szarvakat és a kötegeket.
- Vizsgáljuk meg a nyúltagy keresztmetszetet tartalmazó preparátumot. Hasonlítsuk össze a gerincvelő keresztmetszet preparátumával.
- Vizsgáljuk meg a kisagyi keresztmetszetet. Azonosítsuk a kisagy rétegeit.
- Végül vizsgáljuk meg a nagyagykéreg keresztmetszetét. Figyeljük meg a szerkezetét.

Az idegrendszer ismeretése:

Az izolált idegrost preparátumon jól látható a velőshüvely, valamint a Ranvier-féle befűződések.

A gerincvelő keresztmetszetén megkülönböztethetjük a kívül a fehérállományt és belül a pillangó alakú szürkeállományt. A szürkeállomány a fehérállományt jól elkülöníti és így megkülönböztethetjük a hátsó köteget, az oldalsó köteget és az elülső köteget. A szürkeállományt elülső szarvakra, hátsó szarvakra és oldalsó szarvra különíthetjük

A nyúltagy a gerincvelő folytatása, de már az agyvelő része. Szerkezete hasonló a gerincvelőéhez. A szürkeállomány kezd feldarabolódni.

A nagyagykéreg keresztmetszetén 6 részt tudunk elkülöníteni. Fentről lefelé haladva ez a külső szemcsesejtes réteg, a külső piramissejtes részeg, a belső szemcsesejtes réteg, a belső piramissejtes réteg és az asszociációs sejtréteg.

- I. Készíts rajzot a mikroszkópi preparátumokról! Tüntesd fel a nagyítás mértékét is!

- II. Hasonlítsd össze a gerincvelő és a nyúltagy keresztmetszetét!

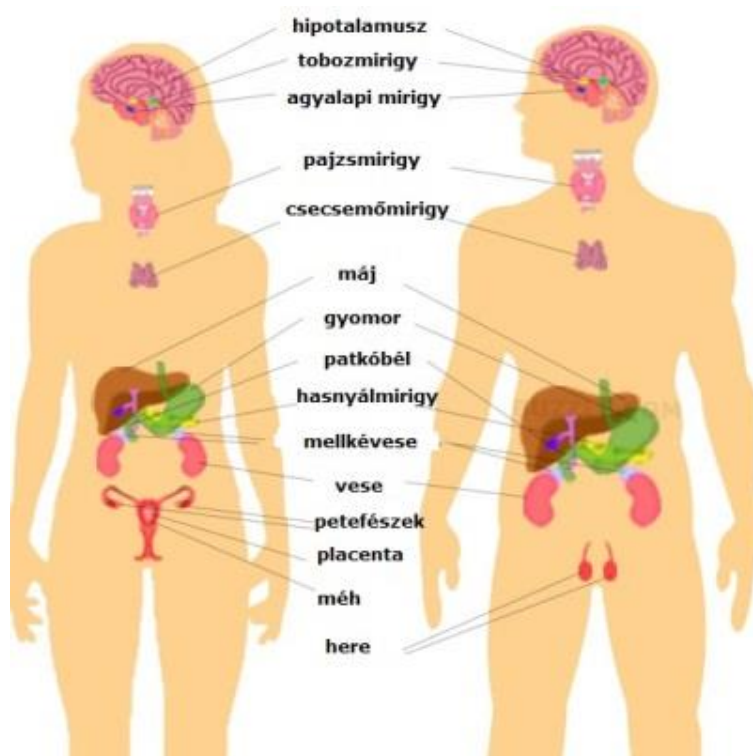
III. Hány pár gerincvelői és agyideg található az emberi szervezetben?

.....

10. Belső elválasztású mirigyek vizsgálata

A **homeosztázis** fenntartásában jelentős szerepe van a hormonrendszernek is. A hormonokat **belső elválasztású mirigyek** termelik. Ezek a mirigyek váladékukat a vérbe ürítik és a vér által szállítódnak el a célsejtekig.

A gyakorlaton az ember hormontermelő mirigyének mikroszkópi preparátumát fogjuk megvizsgálni.



13. ábra Hormontermelő mirigyek

Munka és balesetvédelem:

-

1. Kísérlet: Hormontermelő mirigyek vizsgálata fénymikroszkóp segítségével

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: hasnyálmirigy keresztmetszet, mellkese keresztmetszet, pajzsmirigy keresztmetszet, here keresztmetszet, petefészek keresztmetszet, agyalapi mirigy keresztmetszet, fénymikroszkóp

A kísérlet menete:

- Helyezd be a fénymikroszkópba a hasnyálmirigy keresztmetszeti preparátumát. Figyeld meg az erősen festődő sejteket.

- Vizsgáld meg a mellékvese keresztmetszeti preparátumát. Figyeld meg a kéregállomány három rétegét és a velőállományt.
- Vizsgáld meg a pajzsmirigy keresztmetszeti preparátumát. Figyeld meg a tüszők körül erősen festődő sejteket.
- Vizsgáld meg a here keresztmetszeti preparátumát. Figyeld meg a herecsatornák között elhelyezkedő sejtcsoportokat.
- Vizsgáld meg a petefészek keresztmetszeti preparátumát. Figyeld meg a kör alakú tüszőket, valamint a sárgatestet.
- Vizsgáld meg az agyalapi mirigy keresztmetszeti preparátumát. Figyeld meg az agyalapi mirigy két részét.

I. Készíts rajzot az egyes belső elválasztású mirigyekről! Ahol tudod, nevezd meg a részeit!

II. Sorold fel, hogy a vizsgált belső elválasztású mirigyek milyen hormonokat termelnek! Ismertesd a hormonok funkcióját is!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

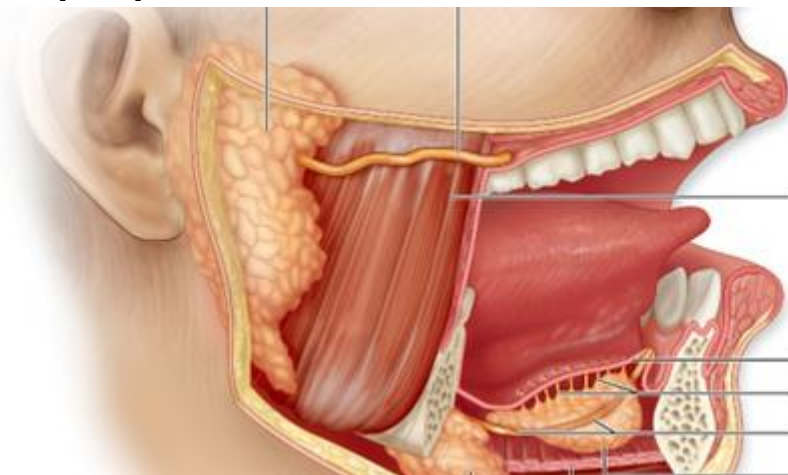
.....

.....

11. Az amiláz vizsgálata

Az emberi szervezetben az amiláz a nyálban és a hasnyálmirigy váladékában található meg. Ez az enzim a keményítő enzimátikus bontását végzi glükóz egységekre. A szájüregben található amiláz ugyan enzimátikus bontja a keményítőt, mégsem beszélhetünk jelentős szénhidrátbontásról, mert a táplálék kevés időt tölt el a szájüregben. A keményítő cukorrá bontását inkább a hasnyálmirigy váladékában található amiláz végzi.

A gyakorlaton bizonyítjuk az amiláz keményítóbontó hatását, és meghatározzuk **pH optimumát**.



14. ábra A nyálmirigyek

Munka és balesetvédelem:



1. **Kísérlet:** Nyál keményítő bontó hatása

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: kémcsőállvány, kémcső, hőmérő, műanyag pipetta, főzőpohár, Bunsen égő, vasháromláb, kerámiaháló, nyáloldat, keményítő oldat, Lugol-oldat, desztillált víz

A kísérlet menete:

- A főzőpohárba vizet teszünk és Bunsen égő lángja fölé helyezzük, 38°C-os vízfürdőt készítünk.
- Két kémcsőbe tegyünk 1ml keményítő oldatot, majd az egyikhez adjunk 2ml nyáloldatot, a másikhoz 2ml desztillált vizet.

- A kémcsöveket tegyük az előre elkészített 38°C-os vízfürdőbe 10-15 percig.
- Vegyük ki a kémcsöveket a vízfürdőből, adjunk hozzá pár csepp Lugol-oldatot.
- Figyeljük meg a változást.

2. Kísérlet: Amiláz pH optimumának meghatározása

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: kémcsőállvány, kémcső, hőmérő, műanyag pipetta, Bunsen égő, vasháromláb, kerámiaháló, nyáloldat, keményítő oldat, 0,5M HCl oldat, 0,5M NaOH oldat, Lugol-oldat, lakmuszpapír.

A kísérlet menete:

- A főzőpohárba vizet teszünk és Bunsen égő lángja fölé helyezzük, 38°C-os vízfürdőt készítünk.
- Három kémcsövet feliratozunk, majd az egyikbe 1ml 0,5M-os HCl oldatot, a másikba 1ml 0,5M-os NaOH oldatot, a harmadikba 1ml desztillált vizet teszünk.
- A kémcsövekben 1ml nyáloldatot és 2ml keményítő oldatot teszünk, lakmuszpapírral ellenőrizzük a pH-t, majd 38°C-os vízfürdőbe helyezzük őket. A hőmérsékletet állandón tartjuk és a kémcsöveket 10-15 percig inkubáljuk.
- A kémcsöveket a vízfürdőből kivesszük és 1-1 csepp Lugol-oldatot adunk hozzá.
- Figyeljük meg a változást.

I. Mit tapasztaltál az első kísérletben? Válaszodat indokold!

.....

.....

.....

.....

.....

II. Mit tapasztaltál a második kísérletben? Válaszodat indokold!

.....

.....

.....

.....

.....

III. Hol termelődik az amiláz az emberi szervezetben?

.....

.....

I. Mi található még az ember nyálban az amilázon kívül? Használd az internetet!

.....

.....

12. Pepszin vizsgálata

A pepszin a gyomorban termelődő enzim. Feladata a fehérjék **peptidekre** hasítása. A pepszin működéséhez elengedhetetlen a gyomorban uralkodó kémhatás, e nélkül nem fejtené ki hatását.

A gyakorlaton bizonyítjuk a pepszin fehérjebontó hatását, valamint meghatározzuk **pH optimumát**.



15. ábra A gyomor

Munka és balesetvédelem:



1. Kísérlet: Pepszin fehérjebontó hatásának vizsgálata

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: kémcsőállvány, kémcső, főzőpohár, Bunsen égő, vasháromláb, kerámiaháló, hőmérő, mérőhenger, pepszin oldat, 0,02M HCl oldat, desztillált víz, főtt tojásfehérje

A kísérlet menete:

- A főzőpohárba vizet teszünk, Bunsen égő lángja felett 38°C-os vízfürdőt készítünk.
- Két kémcsőbe teszünk 2-2 cm³ 0,02M-os HCl oldatot.
- Az egyik kémcsőbe 2 cm³ pepszinoldatot, a másikba 2 cm³ desztillált vizet teszünk és összerázzuk.
- A kémcsővekbe egy kis darab főtt tojásfehérjét dobunk és vízfürdőbe tesszük őket 20-30 percig.
- Kivesszük a kémcsőveket a vízfürdőből és rögzítjük a változásokat.

2. Kísérlet: Pepszin pH optimumának meghatározása

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: kémcsőállvány, kémcső, főzőpohár, Bunsen égő, vasháromláb, kerámiaháló, hőmérő, mérőhenger, lakmuspapír, pepszin oldat, 0,02M HCl oldat, 0,02M NaOH oldat, desztillált víz, főtt tojásfehérje

A kísérlet menete:

- A főzőpohárba vizet teszünk, Bunsen égő lángja felett 38°C-os vízfürdőt készítünk.
- Három kémcsövet feliratozunk majd az egyikbe 3 cm³ 0,02M-os NaOH oldatot, a másikba 3 cm³ 0,02M-os HCl oldatot, a harmadikba 3 cm³ desztillált vizet teszünk.
- Mindegyik kémcsőhöz 3 cm³ pepszinoldatot adunk, összerázzuk, a pH-t lakmuspapírral ellenőrizzük.
- A kémcsövekbe egy kis darab főtt tojásfehérjét dobunk és 38°C-os vízfürdőbe tesszük őket 20-30 percre.
- Az idő lejártá után rögzítjük a tapasztaltakat.

I. Mit tapasztaltál az első kísérletben? Válaszodat indokold!

.....

.....

.....

.....

II. Mit tapasztaltál a második kísérletben? Válaszodat indokold!

.....

.....

.....

.....

III. Mi található a gyomornedvben?

.....

.....

IV. Mi és hogyan akadályozza meg, hogy a pepszin feleméssze a gyomorfalat is? Használd az internetet!

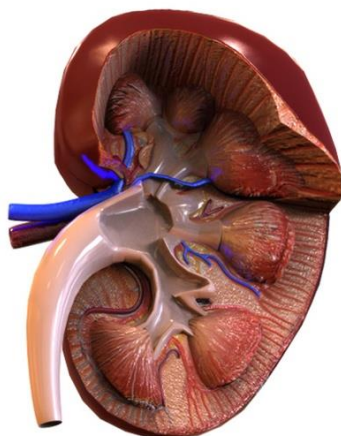
.....

.....

13. A vese vizsgálata

A szervezetben az anyagcsere során keletkezett mellék- és végtermékek, valamint a vízoldható gyógyszerek, káros anyagok, felesleges ionok és a víz eltávolítását, a homeosztázis szabályozását a kiválasztó-szervrendszer végzi. A kiválasztó-szervrendszer áll a páros vesékből, a húgyvezetékből, a húgyhólyagból és a húgycsőből. A vese páros szerv, a gerincoszlop mentén, az ágyéki csigolyák környékén található, a hashártyán kívül.

A gyakorlat során sertés vesét vizsgálunk meg közelebbről.



16. ábra A vese

Munka és balesetvédelem:

-

- 1. Kísérlet:** Sertés vese boncolása illetve vizsgálata sztereo- és fénymikroszkóppal

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: bonctál, boncolló, szike, sertés vese, sztereomikroszkóp, fénymikroszkóp, tárgylemez, fedőlemez, desztillált víz, szétszedhető vesemodell

A boncolás menete:

- Mielőtt elkezdenénk boncolni a vesét, vizsgáljuk meg kívülről. Írjuk le alakját, nagyságát és a kívülről felismerhető képleteket.
- Szike segítségével vágjuk hosszában ketté a vesét. Figyeljük meg a vese kéreg- és velőállományát, a vesepiramisokat, veseszemölcsöket, vesemedencét és a vesekaput. Azonosítsuk a be- és kilépő ereket.

- Hasonlítsuk össze a sertésvesét a szétszedhető vesemoddellel.
- A kettévágott vesét helyezzük a bonctál egyik szélére és vizsgáljuk meg sztereomikroszkóppal is a képleteket.
- A bonceszközök segítségével készítsünk a vese kéregállományából metszetet. Tárgylemezre téve egy csepp desztillált vizet teszünk rá és fedőlemezzel letakarjuk, fénymikroszkóppal vizsgáljuk. Próbáljunk meg minél vékonyabb metszetet készíteni a kéregállományból!
- Vizsgáljuk meg a kész vese metszetpreparátumokat is. Hasonlítsuk össze a saját magunk által készített metszettel.

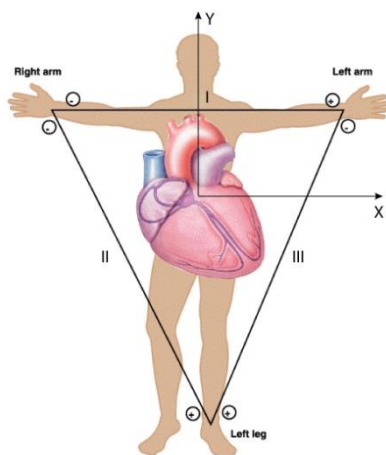
I. Készíts rajzot a hosszában kettévágott sertésveséről és feliratozd!

II. Készíts rajzot az általad készített mikroszkópi metszetről! Tüntesd fel a nagyítást mértékét is! Milyen képleteket tudsz megkülönböztetni?

III. Készíts rajzot a vese működési alapegységéről és nevezd meg a részeit!

14. Elektrokardiogram vizsgálat

A szív működés elektromos jeleit **elektrokardiogram** (EKG) segítségével tudjuk monitorozni. A mérés során az alanyra elektródákat helyezünk, ennek segítségével gyűjtjük be az elektromos jeleket. Az EKG mérés alatt 5 hullámot tudunk megkülönböztetni, melyek a szív különböző elektromos aktivitását mutatják nekünk.



17. ábra Az EKG elektródák elvezetési pontjai

Munka és balesetvédelem:

-

1. Kísérlet: Szív működés monitorozása különböző testhelyzetekben

Szükséges védőfelszerelések:

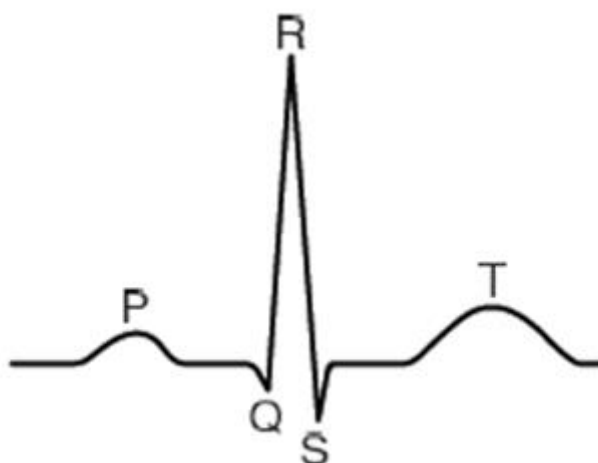
-

Anyagok és eszközök: CE ESV adatgyűjtő, EKG szenzor, eldobható elektród, 70%-os etanol

A kísérlet menete:

- Alkoholal történő zsírtalanítást követően a vizsgált személy mindkét csuklójára és bal lábszárára elektródot ragasztunk.
- A laboráns segítségével az adatgyűjtőt beüzemeljük, a vezetékeket a megfelelő elektródokhoz csatlakoztatjuk.
- A vizsgált személyt fektessük fel az asztalon és indítsuk el a felvételt. Kérjük meg a vizsgált személyt, hogy fekdjön nyugodtan, lélegezzen egyenletesen, izmait ne feszítse. A befeszített izmok elektromos aktivitása zavarja a mérést.
- Fekvő testhelyzetben rögzítsünk 60-90s-nyi szakaszt.
- Kérjük meg a vizsgált személyt, hogy üljön fel. Segítsünk a vizsgált személynek, hogy az elektródok csatlakozása ne szűnjön meg, a kábeleket rendezzük körülötte.

- Miután felült a vizsgált személy, várjunk 10-30s-t és kezdjük meg a rögzítést. 60-90s-nyi szakasz rögzítése elegendő.
- Szólítsuk fel a vizsgált személyt, hogy álljon fel. Segítsünk a vizsgált személynek, hogy az elektródok csatlakozása ne szűnjön meg, a kábeleket rendezzük körülötte.
- Várjunk 10-30s-t és kezdjük meg a rögzítést. 60-90s-nyi szakasz rögzítése szintén elegendő.
- A vizsgált személy ismét fekdjön fel az asztalra. Miután elhelyezkedett várjunk 10-30s-t, majd kezdjük meg a rögzítést. Rögzítsünk 10s-nyi szakaszt, majd kérjük meg, hogy mélyen, ugyanakkor nyugodtan lélegezzen és egyenletesen, lassan fújja ki a levegőt.
- Rögzítsünk 20-30s-nyi szakaszt fekvő testhelyzetben, normál légzés mellett, majd kérjük meg a vizsgált személyt, hogy vegyen mély levegőt és a levegő kifújása nélkül végezzen hasprést kb. 20s-ig, majd újra normálisan vegyen levegőt. A hasprés után még rögzítsünk kb. 30s-nyi szakaszt.



• **18. ábra Az EKG görbe csúcsai**

I. Mit tapasztaltál az egyes testhelyzeteknél az EKG görbén?
Válaszodat indokold!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

II. Mit tapasztaltál a mély belégzést követő egyenletes kilégzésnél, valamint a hasprésnél?

.....

.....

.....

.....

III. Rajzol fel egy EKG görbét és nevezd meg a hullámokat! Írd le hogy az egyes hullámok alatt mi történik!

.....

.....

.....

15. Vérnyomásmérés vértelen úton

A keringési rendszer központi szerve a szív. A szív tartja fenn vérünk állandó mozgását. Mivel a vér egy zárt rendszerben kering jellemző rá egy bizonyos nyomásérték. A vérnyomás higanymilliméterben mérjük. Az ember vérnyomása függ a testhelyzettől, fizikai aktivitástól és napszakos ingadozást is mutat. A vérnyomás legáltalánosabb mérési módja a **vértelen úton mért vérnyomás**. Ilyenkor a felkar vagy csukónál található artériára gyakorolt külső nyomás segítségével állapítjuk meg a vérnyomást. A felkart, vagy csuklót elszorítva nem kering vér az artériában. A nyomás fokozatos csökkentésével állapítjuk meg a keringési rendszer két fő nyomásértékét.



19. ábra Felkaros automata vérnyomásmérő

Munka és balesetvédelem:

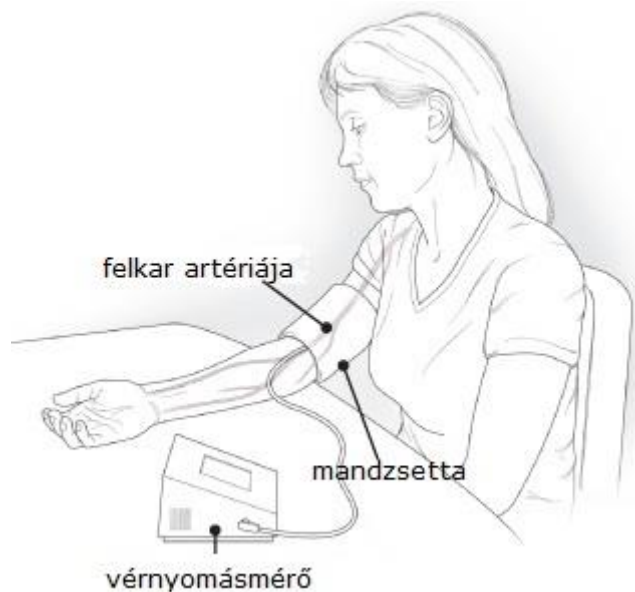
-

1. **Kísérlet:** Vérnyomásmérés különböző testhelyzetekben és fizikai munka után

Szükséges védőfelszerelések:

Nincs szükség védőfelszerelésre

Anyagok és eszközök: felkaros automata vérnyomásmérő



20. ábra A vérnyomásmérő mandzsettájának felhelyezése

A kísérlet menete:

- A vizsgált személy felkarját tegyük szabaddá. A feltűrt ruha ne akadályozza a kar keringését.
- A vizsgált személy felkarjára a vérnyomásmérő mandzsettáját úgy helyezzük, hogy a belőle kijövő csövek a belső könyökhajlat felett haladjanak el.
- A készüléket állítsuk be úgy, hogy a mandzsettát 170-200 Hgmm közötti értékre fújja.
- Mérjük meg a vizsgált személy vérnyomását fekvő, ülő illetve álló testhelyzetben. A mérések között 30-60s teljen el. Rögzítsük a mért értékeket.
- Kérjük meg a vizsgált személyt, hogy végezzen legalább 20 guggolást, majd utána, ülő testhelyzetben mérjük meg a vérnyomását.

I. Mit tapasztaltál a különböző testhelyzetekben mért vérnyomásértékeknél? Válaszodat indokold!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

II. Mit tapasztaltál intenzív fizikai munka (guggolás) végzése után a mért vérnyomásértéknél? Válaszodat indokold!

.....

.....

.....

.....

III. Milyen értékeket olvashatsz le a vérnyomásmérő készülékről? Mit mutatnak ezek az értékek?

.....

.....

.....

.....

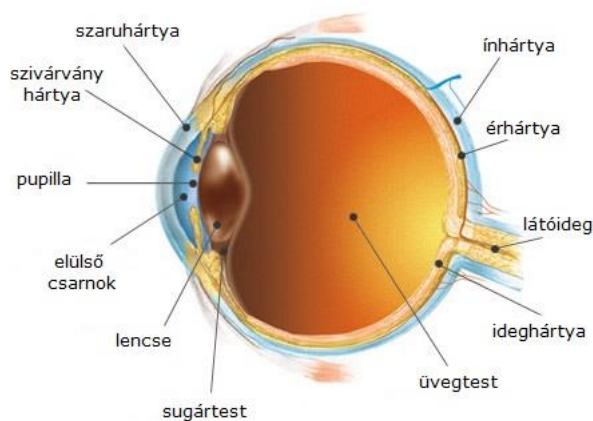
.....

.....

16. A szem vizsgálata

A szem az ember legfontosabb érzékszerve, mely a fény érzékelését teszi lehetővé. A szem egy **optikai rendszer**, melynek különböző fénytörő közegei vannak.

A gyakorlat során sertésszemet boncolunk és megvizsgáljuk egyes részeit.



21. ábra A szem részei

Munka és balesetvédelem:

1. Kísérlet: Sertés vagy marhaszem boncolása

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: bonctál, boncolló, szike, csipesz, sertés vagy marhaszem, szétszedhető szemmodell

A kísérlet menete:

- Helyezd a szemeget a bonctálra és vizsgáld meg kívülről alakját és a látható képleteket.
- Szike, vagy olló segítségével vágd ketté a szemeget középen. Vizsgáld meg a szaruhártyát, az elülső csarnokot, a szemlencsét, a szivárványhártyát.
- Kívülről befelé haladva fejtse le a szem rétegeit. Keresd meg a látóideg kilépési helyét és az éleslátás helyét.
- Hasonlítsd össze a boncolt szemet a szétszedhető szemmodellel.

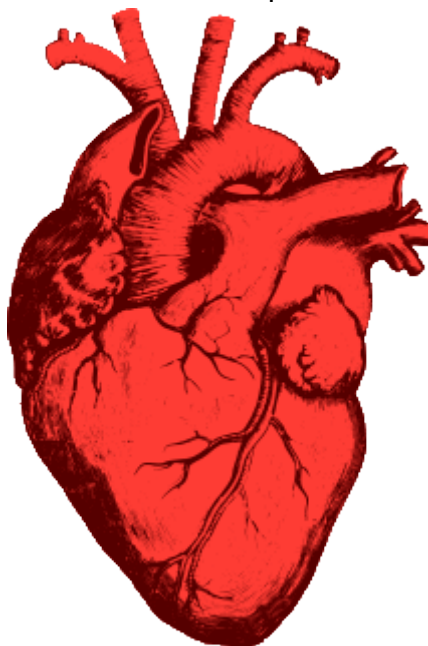
I. Rajzolj egy szemeget és nevezd meg a részeit!

II. Ismertesd a szem alkalmazkodását! Készíts rajzot is!

III. Ismertesd a távollátást és a rövidlátást!

17. A szív vizsgálata

A szív a keringési rendszer központi szerve. Emberben 4 üregű, izmos falú szerv, mely biztosítja a vér keringését. A szív a mellkasban, a szegycsont mögött, a **gátor** elülső alsó részében a mellkas középvonalától balra helyezkedik el, a szívburkon belül. Felül a pitvarokat, alul a kamrákat találjuk. A két pitvart és a két kamrát sөvény választja el. A pitvarokat és a kamrák között vitorlás billentyűket találhatunk. A bal kamrából kilépő verőér az aorta.



22. ábra Az emberi szív

Munka és balesetvédelem:

-

1. Kísérlet: Sertésszív boncolása

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: bonctál, boncolló, szike, sertésszív

A kísérlet menete:

- Tegyük a szívet a bonctálra és vizsgáljuk meg kívülről. Figyeljük meg alakját, tömegét és azonosítsuk a kívülről látható képleteket.
- Ollóval vagy szikével vágjuk fel a pitvarok falát. Nézzük meg a pitvarokat a kamráktól elválasztó vitorlás billentyűket.
- Ollóval vagy szikével vágjuk fel a kamrák falát. Hasonítsuk össze a pitvarok és a kamrák falának vastagságát, valamint a jobb és bal kamrát.

- Vágd fel a bal kamrából eredő aortát és vizsgáld meg.

I. Rajzolj egy szívet, nevezd meg a részeit! Ábrázold a vér útját a szívben!

II. Ismertesd a kis és a nagyvérkört!

.....

.....

.....

.....

.....

18. A reflexek vizsgálata

A reflex az idegrendszer működésének alapját képezi. Inger hatására, az idegsejtek közreműködésével valamilyen válaszreakció alakul ki. A legtöbb reflex védekező funkciót tölt be, ezért meglétük szükségszerű.



23. ábra Alapvető reflexünk a tűz elkerülése

Munka és balesetvédelem:

-

1. Kísérlet: Különböző reflexek vizsgálata

Szükséges védőfelszerelések:

-

Anyagok és eszközök: tompa tárgy, pl. egy golyóstoll vége, reflexkalapács

A kísérlet menete:

- A vizsgálatok elvégzéséhez válasszunk ki a csoportból egy vizsgálati személyt.

Hasfali reflex:

- A vizsgált személyt kérjük meg, hogy álljon egyenesen.
- Egy tompa tárgyat húzzunk végig a vizsgált személy hasfalán, a test hossz tengelyével merőlegesen.

Talpreflex:

- A vizsgált személy talpán húzzunk végig egy tompa tárgyat.

Térdreflex:

- A vizsgált személyt kérjük meg, hogy üljön egy székre, lábait tegye keresztbe.

- Reflexkalapács segítségével finoman a térd írára ütünk, közvetlenül a térdkalács alatt.

Achilles-ín reflex:

- A vizsgált személyt kérjük meg, hogy térdeljen egy székre, lábfeje lógjon le a székről.
- Reflexkalapács segítségével finoman az Achilles-ínra ütünk.

I. A szaktanár irányításával beszéljétek meg a tapasztaltakat!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

19. A vércukorszint vizsgálata

Az ember vércukorszintje viszonylag meghatározott értékek között mozog. Étkezés követően magasabb majd étkezés után fél órával csökkenni kezd és eléri az alapállapotot. A vércukorszint ingadozását a táplálékkal bevitt szénhidrát minősége nagyban befolyásolja. Az egyszerű szénhidrátok gyorsan emelik a vércukorszintet, de az gyorsan vissza is zuhan. Az összetett szénhidrátok a vércukorszintet lassan és egyenletesen emelik. Azt, hogy egy adott szénhidrát milyen mértékben növeli a vércukorszintet a **glikémiás indexel** adjuk meg.



24. ábra Vércukorszintmérő

Munka és balesetvédelem:

-

- 1. Kísérlet:** Vércukorszint meghatározása vércukormérő segítségével, valamint a szénhidrátok glikémiás indexének vizsgálata

Szükséges védőfelszerelések:



Eszközök: vattakorong, ujjszűrő, vércukormérő készülék, tesztcsík

Anyagok: 70%-os alkohol, étkezési szőlőcukor, étkezési keményítő, zabpehely

A kísérlet menete:

- A gyakorlatra érdemes éhgyomorral jönni, vagy az éhgyomri állapotot megközelítve legalább 2 óráig nem enni, valamint cukros folyadékot nem fogyasztani.

- Válasszunk ki egy kísérleti személyt, akinek a vércukorszintjét vizsgálni fogjuk.
- A vizsgált személy egyik ujjbegyét alkohollal fertőtlenítsük le alaposan, várjuk meg míg az alkohol teljesen elpárolog.
- Kapcsoljuk be a vércukorszintmérő készüléket, helyezzünk bele egy tesztcsíkot a megfelelő módon. Beüzemeléshez kérjük a laboráns segítségét.
- A vizsgált személy fertőtlenített ujját az ujjszúróval bökjük meg, majd az első kiserkenő vércseppet vattakoronggal töröljük le.
- A vizsgált személy az ujjából masszírozza ki egy kb. gombostűfejnyi vércseppet és a mérőműszerbe helyezett tesztcsík megfelelő részével itassa fel.
- A készülék pár másodperc elteltével kiírja az eredményt mmol/L mértékegységben.
- Ha minden csoportban megtörtént az éhgyomri állapot vércukorszintjének mérése, a vizsgált személyek eltérő minőségű szénhidrátot fognak fogyasztani.
- Az egyik csoport 20g étkezési szőlőcukrot, a másik csoport 20g étkezési keményítőt, a harmadik csoport 20g zabpelyhet fogyaszt kevés vízben feloldva (zabpehely esetén vízben duzzasztva). A negyedik csoport lesz a kontroll csoport, itt a vizsgált személy csak vizet fogyaszt.
- A vizsgált személyek vércukorszintjét mérjük meg 5, 10, 20, 30, 50 perc elteltével.
- A kapott értékeket foglaljuk táblázatba és készítsünk grafikont.



25. ábra A tesztcsíkra felvitt vércsepp mennyisége kb. gombostűfejnyi legyen

- I. Ábrázold grafikonon az eredményeket. Magyarázd meg az eltéréseket!

.....

20. Légzési térfogat mérése spirométerrel

Az ember légzési térfogatának vizsgálatából képet kaphatunk a tüdő állapotáról. Normál, nyugodt légzésnél percenként $16\times$ veszünk levegőt, egy belégzés alkalmával $0,5\text{dm}^3$ levegőt szívunk be, tehát egy perc alatt közel 8dm^3 levegő cserélődik ki tüdőnkben. Ez a **légzési perctérfogat**. A normál belégzést követő erőltetett kilégzéssel a **vitálkapacitást** mérhetjük.



26. ábra Spirométer

Munka és balesetvédelem:

-

1. Kísérlet: Légzésvizsgálat spirométerrel

Szükséges védőfelszerelések:



Anyagok és eszközök: CE ESV adatgyűjtő, spirométer szenzor, orrcsipesz

A kísérlet menete:

- Minden csoportból válasszunk ki egy vizsgálati személyt.
- Csatlakoztassuk az adatgyűjtőhöz a spirométer szenzort. Beüzemeléshez kérjük a laboráns segítségét.
- A vizsgált személy helyezze a mérőfej megfelelő részét a szájába, a fogai közé.
- A vizsgált személy tegyen orrcsipeszt az orrára, majd nyugodtan és egyenletesen lélegezzen.
- A vizsgált személyt szólítsuk fel, hogy 3 nyugodt légzés után vegyen mély levegőt, fújja ki olyan gyorsan és olyan erősen amennyire csak tudja, majd ismét vegyen mély levegőt. Ekkor a készülék a vitálkapacitást méri
- Hasonlítsuk össze a vizsgált személyek adatait. Az összehasonlításnál vegyük figyelembe a vizsgált személy nemét, korát, testmagasságát, edzettségét.

I. Hasonlítsátok össze a vizsgált személyek vitálkapacitását!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

II. Sorold fel a légutak szakaszait!

.....

.....

.....

.....

.....

Fogalomtár

adenozin-trifoszfát:

Egy többfunkciós nukleotid, amely a sejtekben zajló anyagcsere folyamatok energiaellátását biztosítja. Az energia kémiai kötésben konzervált.

aldóz:

Aldehid-csoportot tartalmazó szénhidrát.

belső elválasztású mirigy:

Olyan mirigyek, melyek váladékukat a vérbe ürítik.

diploid:

Kétszeres homológ kromoszómakészlettel rendelkező sejt.

diszacharid:

Két monoszacharid alegységből álló összetett szénhidrát.

elektrokardiogram:

A szív elektromos tevékenységét elvezető és monitorozó berendezés.

eukarióta sejt:

Valódi sejtmaggal rendelkező sejtek.

féligáteresztő hártya:

Olyan biológiai membrán, mely molekulatömegtől függően engedi át az oldott anyagokat. A kis molekulatömegű anyagok könnyen átjutnak, míg a nagyok fennakadnak.

fényszakasz:

A fotoszintézis energia, és redukálóerő termelő szakasza.

gátor:

A mellhártya két, párhuzamos belső fala közötti tér.

glikémiás index:

Az egyes élelmiszerek 1000kJ-nyi mennyiségének vércukorszint emelő képessége.

glikozidos hidroxilcsoport:

Egy oxo-csoport és egy hidroxil-csoport molekulán belüli addíciójának eredménye.

haploid:

Egyszeres homológ kromoszómakészlettel rendelkező sejt.

harántcsíktolt izomszövet:

Egy izomszövet típus, ilyen a vázizom és a szívizom. A harántcsíktolatot a az aktin és miozin filamentumok rendezett elhelyezkedése adja.

homeosztázis:

A belső környezet dinamikus állandósága.

ketóz:

Olyan szénhidrát, melynek oxo-csoportja láncközi helyzetű.

kromatográfia:

Keverékek elválasztására használatos laboratóriumi technika.

légzési perctérfogat:

Egy perc alatt a tüdőnkbe kicserélt levegő mennyisége. Körülbelül 8 dm³

makromolekula:

Óriásmolekula, mely sok alegységből épül fel.

meiózis:

Számfelező, más néven redukciós osztódás. Ivarsejtek jellemző osztódási típusa.

mitózis:

Számtartó sejtosztódás, ahol az anya és a leánysejt információtartalma 100%-ban megegyezik.

monoszacharid:

Egyszerű szénhidrátok csoportja.

makroerg kötés:

Olyan kötés melynek hidrolízise nagy energiafelszabadulással jár.

oligoszacharid:

3-5 monoszacharidból álló összetett szénhidrát.

optikai rendszer:

Különböző fénytörő közegekből álló rendszer.

ozmózis:

Féligáteresztő hártván történő diffúzió.

peptid:

Meghatározott sorrendben összekapcsolódó α -aminosavakból felépülő rövid polimer.

peptidkötés:

Két aminosav kölcsönhatásakor kialakuló kötés.

pH optimum:

Az a pH érték, ahol az enzim aktivitása a legmagasabb.

polihidroxi oxovegyület:

A szénhidrátok tudományos megnevezése.

polinukleotid:

Több ezer nukleotidból felépülő makromolekula.

poliszacharid:

Több száz, akár több ezer monoszachariból felépülő makromolekula.

retenciós faktor:

Kromatográfiánál egy adott anyagra és futtatószerre jellemző állandó.

sötétszakasz:

A fotoszintézis azon szakasza, ahol a fényszakaszban termelődött energia és redulálóerő szerves vegyületek szintézisére fordítódik.

vékonyréteg kromatográfia:

Kromatográfias elválasztási módszer, ahol egy lemezre felvitt állófázisra visszük fel a szétválasztani kívánt anyagot.

vértelen vérnyomásmérés:

A vérnyomásmérés egy lehetséges formája, ahol az artériára gyakorolt külső nyomással mérjük meg a vérnyomást.

vitálkapacitás:

Maximálisan belégzést követő maximálisan kilélegzett levegő mennyisége.

Irodalomjegyzék

1. gyakorlat

[http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-
evfolyam/a-sejtek-anyagfelvetele-es-leadasa/az-ozmosis-jelensege-es-a-sejtek-
vizforgalma](http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-
evfolyam/a-sejtek-anyagfelvetele-es-leadasa/az-ozmosis-jelensege-es-a-sejtek-
vizforgalma)

2. gyakorlat

[http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-
evfolyam/a-sejtek-anyagai-a-szenhidratok/a-szenhidratok](http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-
evfolyam/a-sejtek-anyagai-a-szenhidratok/a-szenhidratok)

3. gyakorlat

[http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/az-egeszseges-
eletmod/az-egeszseges-eletmod/szenhidratok-feherjek-zsirok/a-feherjek-es-az-
aminosavak](http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/az-egeszseges-
eletmod/az-egeszseges-eletmod/szenhidratok-feherjek-zsirok/a-feherjek-es-az-
aminosavak)

4. gyakorlat

[http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-
evfolyam/a-feherjek/a-feherjek-felepitese](http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-
evfolyam/a-feherjek/a-feherjek-felepitese)

5. gyakorlat

[http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/kemia/szerves-
kemia/nukleinsavak/a-dns-es-az-rns-szerkezete](http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/kemia/szerves-
kemia/nukleinsavak/a-dns-es-az-rns-szerkezete)

6. gyakorlat

[http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-
evfolyam/az-autotrof-anyagcsere-a-fotoszintezis/a-fotoszintezis-es-jelentosege](http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-
evfolyam/az-autotrof-anyagcsere-a-fotoszintezis/a-fotoszintezis-es-jelentosege)

7. gyakorlat

[http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-
evfolyam/a-sejtciklus-es-a-mitózis/a-mitózis](http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-
evfolyam/a-sejtciklus-es-a-mitózis/a-mitózis)

8. gyakorlat

[http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-
evfolyam/a-meiozis-es-a-genetikai-valtozatossag/a-meiozis](http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-
evfolyam/a-meiozis-es-a-genetikai-valtozatossag/a-meiozis)

9. gyakorlat

[http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-
evfolyam/az-agy-es-a-gerincvelo/az-idegrendszer-felepitese](http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-
evfolyam/az-agy-es-a-gerincvelo/az-idegrendszer-felepitese)

10. gyakorlat

[http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-8-
evfolyam/az-eletmukodesek-szabalyozasa/a-hormonalis-rendszer](http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-8-
evfolyam/az-eletmukodesek-szabalyozasa/a-hormonalis-rendszer)

11. gyakorlat

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-evfolyam/az-elobel-szerepe-az-emesztesben/a-taplalkozas>

12. gyakorlat

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-evfolyam/az-elobel-szerepe-az-emesztesben/a-taplalkozas>

13. gyakorlat

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-evfolyam/tevekenyseg-az-ember-immunitasa-es-kivalasztasa-temakorhoz/a-szurletkepzes-es-a-kivalasztas>

14. gyakorlat

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/az-egeszseges-életmod/az-egeszseges-életmod/az-ember-keringesi-rendszere/a-sziv-es-a-verkeringes-vizsgalati-modszerei>

15. gyakorlat

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/az-egeszseges-életmod/az-egeszseges-életmod/az-ember-keringesi-rendszere/a-vernyomas>

16. gyakorlat

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-evfolyam/a-latas/a-szem-felepitese>

17. gyakorlat

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/emberi-test/a-sziv-es-az-errendszer/keringesi-rendszer-es-a-sziv>

18. gyakorlat

<http://phys.bio.u-szeged.hu/DT/elettan/ch11.html>

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-evfolyam/az-idegszövet-es-az-elemi-idegi-jelensegek/a-reflex>

19. gyakorlat

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-evfolyam/az-ember-hormonalis-szabalyozasa/a-hasnyalmirigy-hormontermelese>

20. gyakorlat

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/az-egeszseges-életmod/az-egeszseges-életmod/az-ember-legzo-szervrendszere/a-legcsere>

Ábrajegyzék

1. ábra Az ozmózis jelensége (9. oldal)

<http://cms.sulinet.hu/get/d/01c16a5a-69fa-4c3c-b3d7-8609a2ca0e9d/1/5/b/Normal/sejt18a.jpg>

2. ábra Egyszerű és összetett szénhidrátok (12. oldal)

<http://www.thescienceemporium.com/images/carbohydrates.jpg>

3. ábra A hemoglobin fehérje (17. oldal)

<http://i36.photobucket.com/albums/e25/iam117/Haemoglobin.png>

4. ábra A rodopszin fehérje. Sárga a kén, kék a nitrogén, szürke a szén, piros az oxigén, míg fehér a hidrogén atomokat jelöli (20. oldal)

<http://us.123rf.com/450wm/molekuul/molekuul1312/molekuul131200063/24436970-rhodopsin-visual-purple-light-perception-protein-chemical-structure-biological-pigment-molecule-pres.jpg>

5. ábra A DNS kettősspirál (23. oldal)

<http://creatia2013.files.wordpress.com/2013/03/dna.gif>

6. ábra A kicsapódott DNS (24. oldal)

http://biology.clc.uc.edu/fankhauser/Labs/Genetics/DNA_Isolation/dna_isolation_jpg/20_DNA_clump_P1082649.JPG

7. ábra Metilénkék (25. oldal)

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9f/Methylene_blue.svg/640px-Methylene_blue.svg.png

8. ábra VRK lemezre felvitt pigmentkivonat cseppek (26. oldal)

http://www.expertsmind.com/CMSImages/598_sample%20loading%20sport.png

9. ábra A VRK lemezen szétvált pigmentek (28. oldal)

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d4/Chromatography_of_chlorophyll_-_Step_7.jpg

10. ábra Mitotikusan osztódó sejt (30. oldal)

http://4.bp.blogspot.com/-Djs_1kDCjHc/UC2Ra3m6OII/AAAAAAAAAO_U/hcQcN-Bmu3w/s1600/telophase_3D.png

11. ábra Meiotikusan osztódó sejt (33. oldal)

<http://files.s-qu.com/up/37103/01318608531.jpg>

12. ábra Meiotikusan osztódó sejt (35. oldal)

<http://files.s-qu.com/up/37103/01318608531.jpg>

13. ábra Az idegrendszer (38. oldal)
http://www.3dscience.com/img/Products/3D_Models/Human_Anatomy/Male_System/Male_Nervous_3.0/supporting_images/Male-Nervous-System-ref01.jpg
14. ábra Hormontermelő mirigyek (40. oldal)
<http://www.buzzle.com/images/diagrams/human-body/endocrine-glands.jpg>
15. ábra A nyálmirigyek (43. oldal)
http://dental.buffalo.edu/portals/25/Images/content/salivary_research.jpg
16. ábra A gyomor (46. oldal)
<http://cdn.newhopemedicalcenter.com/wp-content/uploads/2012/06/stomach.jpg?883bcf>
17. ábra A vese (49. oldal)
<http://www.fallingpixel.com/products/33584/mains/0000-KidneyHQ.3.jpg>
18. ábra Az EKG elektródák elvezetési pontjai (50. oldal)
<http://www.sci.utah.edu/~macleod/bioen/be6000/labnotes/ecg/figures/limbleads.jpg>
19. ábra Az EKG görbe csúcsai (52. oldal)
<http://almostadoctor.co.uk/sites/all/files/image/Systems/cardiovascular/ECG's/basic%20ECG.PNG>
20. ábra Felkaros automata vérnyomásmérő (53. oldal)
<http://www.davidgregory.org/images/omron-m6-blood-pressure-mon.gif>
21. ábra A vérnyomásmérő mandzsettájának felhelyezése (55. oldal)
http://www.health.harvard.edu/newsletter/images/W0809a_web02a-3.jpg
22. ábra A szem részei (57. oldal)
<http://www.mikof.md/en/img/pic-anatomy-of-eye-1-en.jpg>
23. ábra Az emberi szív (59. oldal)
http://fitcommerce.image.s3.amazonaws.com/proprioceptive_3.jpg
24. ábra Alapvető reflexünk a tűz elkerülése (61. oldal)
<http://www.thescienceemporium.com/images/cardiac%20tissue.gif>
25. ábra Vércukorszintmérő (62. oldal)
http://www.wellango.com/out/pictures/generated/product/1/800_750_75/sol_w_eobzhea221mol_pic1_1.jpg
26. ábra Spirométer (64. oldal)

http://www.wellango.com/out/pictures/generated/product/1/800_750_75/sol_w_eobzhea221mol_pic1_1.jpg