

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

**BIOLÓGIA**  
**11. ÉVFOLYAM**  
**KÖZÉPSZINT**

**Szaktanári segédlet**

Műveltségterület: Ember és természet

Összeállította: Pintér Bertalan  
Lektorálta: Kónya Noémi

2014

## Tartalom

Bevezetés .....	3
Munka- és balesetvédelmi, tűzvédelmi oktatás.....	4
Eszközök .....	7
1. Az ozmózis vizsgálata .....	9
2. Szénhidrátok vizsgálata.....	13
3. Fehérjék kimutatása .....	19
4. Fehérjék N és S tartalmának kimutatása .....	22
5. Nukleotidok vizsgálata.....	25
6. Fotoszintetikus pigmentek vizsgálata .....	29
7. A sejtosztódás vizsgálata: Mitózis .....	33
8. A sejtosztódás vizsgálata: A meiózis .....	36
9. Az idegrendszer vizsgálata.....	39
10. Belső elválasztású mirigyek vizsgálata.....	42
11. Az amiláz vizsgálata .....	45
12. Pepszin vizsgálata .....	49
13. A vese vizsgálata .....	52
14. Elektrokardiogram vizsgálat .....	55
15. Vérnyomásmérés vértelen úton .....	59
16. A szem vizsgálata .....	62
17. A szív vizsgálata .....	65
18. A reflexek vizsgálata .....	68
19. A vércukorszint vizsgálata.....	70
20. Légzési térfogat mérése spirométerrel.....	74
Fogalomtár .....	76
Irodalomjegyzék .....	78
Ábrajegyzék .....	80

## **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 szólani 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

### Témakör:

A sejtalkotók

**Cél meghatározása:** A tanulók értsék meg az ozmózis jelenségét. A tanulók legyenek képesek a kísérletek logikai lépéseinek betartására, valamint az önálló adatrögzítésre.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, páros tanulói kísérlet, önálló adatrögzítés, megbeszélés

**Fogalmak:** ozmózis, féligáteresztő hártya

### Ütemezés:

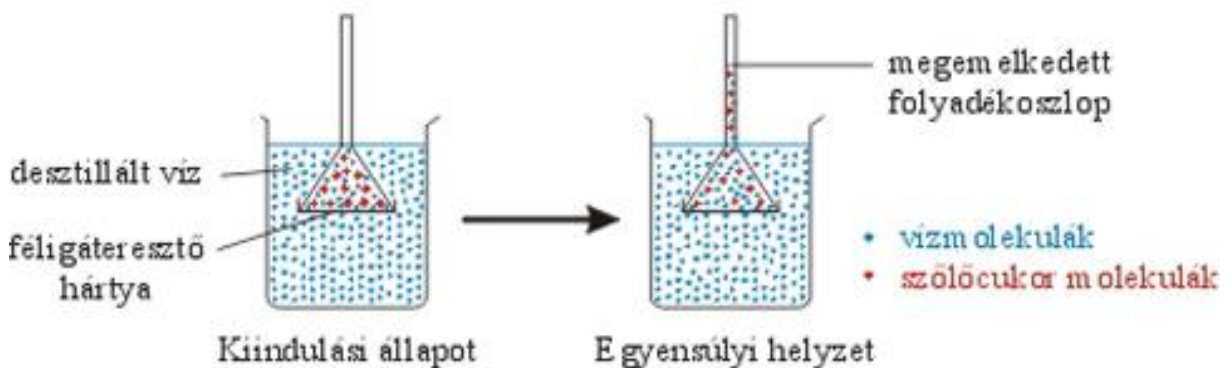
— bevezetés, szaktanári magyarázat	10 perc
— feladat ismertetése	10 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— kísérlet elvégzése	40 perc
— feladatok megoldása	10 perc
— eredmény megadása	5 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	5 perc

### Értékelés, feladatok:

szöveges értékelés páronként, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként számítási feladatok, esetleg esszé

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:



A tanulók figyelmét hívjuk fel a védőfelszerelések kötelező használatára. Figyelmeztessük őket az óvatos, körültekintő munkavégzésre.

### **1. Kísérlet:** Ozmózis jelenségének vizsgálata sárgarépa karógyökerével

#### **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, középebe 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.

#### **Magyarázat:**

A sárgarépa karógyökér sejtjei féligáteresztő hárttyaként működnek, a víz diffúzióval át tud jutni rajtuk. A kristálycukor vízben oldódik, a víz a töményebb oldat felé áramlik, a kristálycukor feloldódik a vájatban. A keményítő vízben oldhatatlan, nem hozza létre a megfelelő koncentrációkülönbséget.

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

#### **Szükséges védőfelszerelések:**



**Anyagok és eszközök:** 2db nagyobb főzőpohár, papírtörölő, 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, papírtörölővel leitatjuk róluk a felesleges vizet és táramérleggen tömegüket megmérjük, feljegyezzük. Érdeemes 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 lemért tojásokat.
- A tojásokat 45 percig hagyjuk a főzőpoharakba, majd vegyük ki, töröljük szárazra és tömegüket ismét mérjük le.
- Rögzítsük a tapasztaltakat.

### **Magyarázat:**

A tojás hártájája féligáteresztő hártya. Telített sóoldatba téve a tojás összemegy, tömege csökken, mert víz áramlik ki a hártján. A desztillált vízbe helyezett tojás nagyobb lesz, tömege nő, mert a víz beáramlik a hártján.

I. Mit tapasztaltál az első kísérletnél?

*A kristálycukor vízben oldódik, a víz a töményebb oldat felé áramlik, a kristálycukor feloldódik a vájatban. A keményítő vízben oldhatatlan, nem hozza létre a megfelelő koncentrációkülönbséget.*

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



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

*A desztillált vízbe helyezett tojás térfogata és tömege megnőtt, mert a hártján víz lépett be a töményebb oldat felé.*

*A sóoldatba helyezett tojás térfogata és tömege kisebb lett, mert a tojásból víz lépett ki a töményebb sóoldat felé.*

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

*A tojás tömegének növekedése.*

$m_{\text{kezelés előtt}} \rightarrow 100\%$

$m_{\text{deszt.víz után}} \rightarrow X$

$$X = \frac{m(\text{deszt.víz után}) \times 100}{m(\text{kezelés előtt})}$$

*A tojás tömegének csökkenése.*

$m_{\text{kezelés előtt}} \rightarrow 100\%$

$m_{\text{sóoldat után}} \rightarrow X$

$$X = \frac{m(\text{sóoldat után}) \times 100}{m(\text{kezelés előtt})}$$

## 2. Szénhidrátok vizsgálata

### Témakör:

A sejtet felépítő kémiai anyagok

**Cél meghatározása:** A tanulók legyenek tisztában a szénhidrátok jelentőségével, értsék meg a különböző kimutatási reakciók elméleti hátterét.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, páros tanulói kísérlet, önálló adatrögzítés, megbeszélés

**Fogalmak:** polihidroxi oxovegyület, monoszacharid, diszacharid, oligoszacharid, poliszacharid, aldóz, ketóz, glikozidos hidroxilcsoport

### Ütemezés:

— bevezetés, szaktanári magyarázat	5 perc
— feladat ismertetése	5 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— kísérlet elvégzése	50 perc
— feladatok megoldása	10 perc
— eredmény megadása	5 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	5 perc

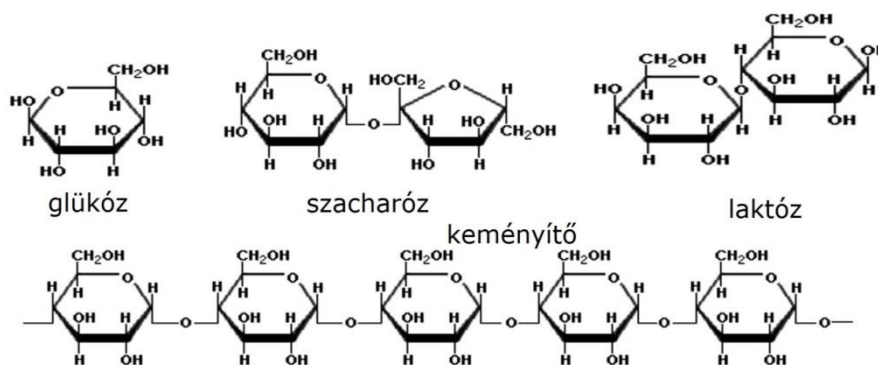
### Értékelés, feladatok:

szöveges értékelés páronként, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé

A szénhidrátok a legnagyobb tömegben jelenlévő szerves anyagok a Földön. Funkciójuk bámulatosan sokrétű, növényi és állati vázanyagok, tartaléktápanyagok, energiahordozók. Részt vesznek immunfolyamatokban és a vérárvadásban, 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:**



A tanulókat tájékoztatni kell a gázcsapok rendeltetészerű használatáról. Figyelmüket hívjuk fel a használt vegyszerek veszélyességére, a védőfelszerelések kötelező viselésére.

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

### **Szükséges védőfelszerelések:**



**Anyagok és eszközök:** kémcsőállvány, 5 kémcső, 250 cm<sup>3</sup> főzőpohár, kémcsőfogó, 10% glükóz oldat, 10% fruktóz oldat, 10% laktóz oldat, 10% szacharóz oldat, Fehling I. reagens, Fehling II. reagens, Bunsen égő, vasháromláb, kerámiaháló, gyufa

A kísérlet menete:

- 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 cm<sup>3</sup> Fehling I. oldatot öntünk és annyi Fehling II. oldatot adunk hozzá, hogy a kezdetben leváló világoskék csapadék feloldódjon és az oldat mélykék színű legyen.
- Minden kémcsőbe kb. 2 cm<sup>3</sup> más-más cukoroldatot teszünk 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.
- Néhány perc elteltével rögzítjük a tapasztaltakat.

### **Magyarázat:**

A Fehling-próba redukáló cukrok kimutatására alkalmas reakció. Redukáló cukor hatására a Fehling-reagensből téglavörös csapadék,  $\text{Cu}_2\text{O}$  válik ki.

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

*glükóz oldat: nagy mennyiségű téglavörös csapadék,  $\text{Cu}_2\text{O}$  keletkezik. A glükóz egy aldóz, tehát redukáló cukor, a réz(II) ionokat réz(I) ionokká redukálja.*

*fruktóz oldat: téglavörös csapadék,  $\text{Cu}_2\text{O}$  (réz(I)-oxid) keletkezik. Habár a fruktóz egy ketóz mégis adja a Fehling-próbát. Ennek oka, hogy a fruktóz képes átalakulni glükózzá.*

*laktóz oldat: téglavörös csapadék,  $\text{Cu}_2\text{O}$  (réz(I)-oxid) keletkezik. A laktóz egy diszacharid,  $\beta$ -D galaktóz és D-glükóz alegységekből áll. A két molekula  $\beta$  1-4 glikozid kötéssel kapcsolódik egymáshoz, tehát marad a molekulának egy glikozidos OH csoportja, ami lehetővé teszi a pozitív Fehling-próbát*

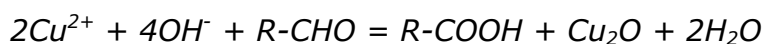
*szacharóz oldat: nem válik le csapadék. A szacharóz diszacharid, áll egy  $\alpha$ -D glükózból és egy  $\beta$ -D fruktózból. A molekulák a glikozidos OH csoportjukkal kapcsolódnak egymáshoz, ezért nem adja a szacharóz a Fehling-próbát.*

*Referencia kémcső: nem történt változás, a kémcsőben lévő Fehling-reagens mélykék színű és csapadékmentes maradt.*

- II. Magyarázd meg a fruktóz oldatnál tapasztaltakat!

*A fruktóz egy ketóz, nincs láncvégi aldehid csoportja, mégis adja a Fehling-próbát. Oka, hogy a molekula képes glükózzá alakulni, az átalakulás egyensúlyban van.*

- III. Rendezd az alábbi reakcióegyenletet!



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

*Fehling I. –  $\text{CuSO}_4$  (réz-szulfát) oldat*

*Fehling II. –  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  és  $\text{NaOH}$  oldat*

## **2. Kísérlet:** Redukáló cukrok kimutatása ezüsttükör próbával

### **Szükséges védőfelszerelések:**



**Anyagok és eszközök:** kémcsőállvány, 5 kémcső, 250 cm<sup>3</sup> főzőpohár, kémcsőfogó, 10% glükóz oldat, 10% fruktóz oldat, 10% laktóz oldat, 10% szacharóz oldat, 0,1 M AgNO<sub>3</sub> 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 cm<sup>3</sup> 0,1 M AgNO<sub>3</sub> 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 cm<sup>3</sup> 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.
- Néhány perc elteltével rögzítjük a tapasztaltakat.

### **Magyarázat:**

Az ezüstitűkőr próba redukáló cukrok kimutatására alkalmas reakció. Redukáló cukor hatására az ezüst-diamin komplexből a kémcsövek falán vékony ezüstitűkőr válik ki.

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

*glükóz oldat: a kémcső falán vékony ezüstitűkőr vált ki. A glükóz egy aldóz, tehát redukáló cukor, az Ag(I) ionokat fémezüstitté redukálja.*

*fruktóz oldat: a kémcsőben lévő oldatban szürkésfekete csapadék keletkezik, ami esetleg kicsapódhat a kémcső falára is ezüstitűkőr formájában. Habár a fruktóz egy ketóz mégis adja a Fehling-próbát. Ennek oka, hogy a fruktóz képes átalakulni glükózzá.*



*laktóz oldat: A kémcső falán vékony ezüstitűkőr válik ki. A laktóz egy diszacharid,  $\beta$ -D galaktóz és D-glükóz alegységekből áll. A két molekula  $\beta$  1-4 glikozid kötéssel kapcsolódik egymáshoz, tehát a molekulának marad egy glikozidos OH csoportja, ami lehetővé teszi az Ag(I) ionok fémezüstitű redukálását.*

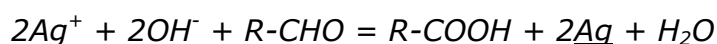
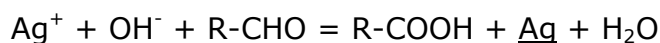
*szacharóz oldat: nem válik le csapadék. A szacharóz diszacharid, áll egy  $\alpha$ -D glükózból és egy  $\beta$ -D fruktózból. A molekulák a glikozidos OH csoportjukkal kapcsolódnak egymáshoz, ezért nem adja a szacharóz az ezüstitűkőr próbát.*

*Referencia kémcső: nem történt változás, a kémcsőben lévő ezüst-diamin komplex színtelen és csapadékmentes maradt.*

VI. Magyarázd meg a fruktóz oldatnál tapasztaltakat!

*Habár a fruktóz egy ketóz, nincs láncvégi aldehid csoportja, kismértékben mégis adja az ezüstitűkőr próbát. Oka, hogy a molekula képes glükózzá alakulni, az átalakulás egyensúlyban van.*

VII. Rendezd az alábbi egyenletet!



**3. Kísérlet:** Fruktóz kimutatása szacharózból Seliwanoff-teszttel.

### **Szükséges védőfelszerelések:**



**Anyagok és eszközök:** kémcsőállvány, 3 kémcső, Seliwanoff reagens, 250 cm<sup>3</sup> 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 cm<sup>3</sup> 10%-os szacharóz oldatot teszünk, a másikba 10%-os glükóz oldatot, a 3. kémcsőbe desztillált vizet.

- Mindegyik kémcsőhöz 5 cm<sup>3</sup> 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.

**Magyarázat:**

A Seliwanoff-teszt a ketózek kimutatására alkalmas reakció. A sósav hatására a ketózek dehidratálódnak, majd a rezorcinnal reakcióba lépve meggypiros színreakciót produkálnak

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

*szacharóz oldat: A kémcsőben meggypiros színreakció tapasztalható. A szacharóz diszacharid, áll egy  $\alpha$ -D glükózból és egy  $\beta$ -D fruktózból. A fruktóz sósav hatására dehidratálódik és reagál a rezorcinnal, ennek hatására meggypiros színreakciót tapasztalunk.*

*glükóz oldat: A kémcsőben nem tapasztalunk színreakciót. A glükóz egy aldóz, a sósav hatására nem alakul ki a megfelelő furfurol gyűrű, ami szükséges a színreakcióhoz.*

*referencia oldat: A kémcsőben nem tapasztalunk színreakciót.*

### 3. Fehérjék kimutatása

#### Témakör:

A sejtet felépítő kémiai anyagok

**Cél meghatározása:** A tanulók ismerjék a fehérjéket felépítő monomereket, értsék meg a fehérjék térszerkezetét.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, páros tanulói kísérlet, önálló adatrögzítés, megbeszélés

**Fogalmak:** makromolekula, peptidkötés

#### Ütemezés:

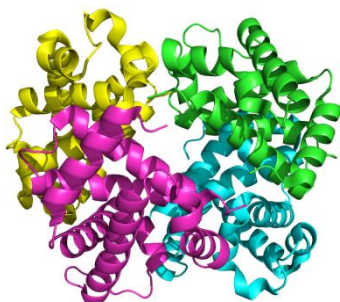
— bevezetés, szaktanári magyarázat	5 perc
— feladat ismertetése	5 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— kísérlet elvégzése	50 perc
— feladatok megoldása	10 perc
— eredmény megadása	5 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	5 perc

#### Értékelés, feladatok:

szöveges értékelés páronként, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé

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  $\alpha$ -aminosav építi fel, melyek  $\text{NH}_2$  és  $\text{COOH}$  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  $\alpha$ -aminosavak oldalláncait, valamint a peptidkötéseket fogjuk kihasználni.



3. ábra A hemoglobin fehérje

#### Munka és balesetvédelem:



A tanulókat tájékoztatni kell a tömény salétromsav, valamint a nátrium-hidroxid veszélyeiről. Figyelmüket fel kell hívni a védőfelszerelések kötelező használatára.

### 1. Kísérlet: Fehérje kimutatása xantoprotein-reakcióval

#### **Szükséges védőfelszerelések:**



**Anyagok és eszközök:** kémcső, kémcsőállvány, tojásfehérje oldat, cc.  $\text{HNO}_3$  (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?

*Sárga színreakció tapasztalható*

II. Mi történhetett a cc.  $\text{HNO}_3$  hatására a fehérjével?

*Az aromás oldalláncú aminosavak benzolgyűrűje nitrálódott*

### 2. Kísérlet: Fehérje kimutatása biuret-reakcióval

#### **Szükséges védőfelszerelések:**



**Anyagok és eszközök:** kémcső, kémcsőállvány, tojásfehérje oldat, 1%-os  $\text{CuSO}_4$  (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  $\text{CuSO}_4$  (réz-szulfát) oldatot.
- Figyeljük meg a színreakciót.

III. Milyen színreakciót tapasztaltál?

*Ibolyaszínű reakció tapasztalható*

**Magyarázat:**

Lúgos közegben a  $\text{Cu}^{2+}$ -ionok a peptidkötések nitrogénjével komplexet képez, melynek hatására ibolyaszínű reakciót tapasztalunk.

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

**Szükséges védőfelszerelések:**



**Anyagok és eszközök:** 3 számozott kémcső, kémcsőállvány, ismeretlen oldatok, 1%-os  $\text{CuSO}_4$  (réz-szulfát) oldat, 2M NaOH (nátrium-hidroxid) oldat

A kísérlet menete:

- A kémcsöveket megszámozzuk 1-3-ig.
- A megszámozott kémcsövek  $\frac{1}{4}$ -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  $\text{CuSO}_4$  (réz-szulfát) oldatot.
- Figyeljük meg melyik kémcsőben tapasztalunk színreakciót.

IV. Mit tapasztaltál a NaOH és  $\text{CuSO}_4$  hozzáadásakor?

1. kémcső: *A fehérjeoldaton kívül, a további két ismeretlen*
2. kémcső: *bármilyen anyag lehet, ami nem ad színreakciót a*
3. kémcső: *biuret reagenssel.*

V. Melyik ismeretlen oldat tartalmaz fehérjét?

*Bármelyik oldat tartalmazhatja a fehérjét.*

#### 4. Fehérjék N és S tartalmának kimutatása

**Témakör:**

A sejtet felépítő kémiai anyagok

**Cél meghatározása:** A tanulók legyenek tisztában a fehérjéket felépítő atomokkal, a fehérjékben előforduló nitrogén és kén fontosságával.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, páros tanulói kísérlet, önálló adatrögzítés, megbeszélés

**Fogalmak:**

**Ütemezés:**

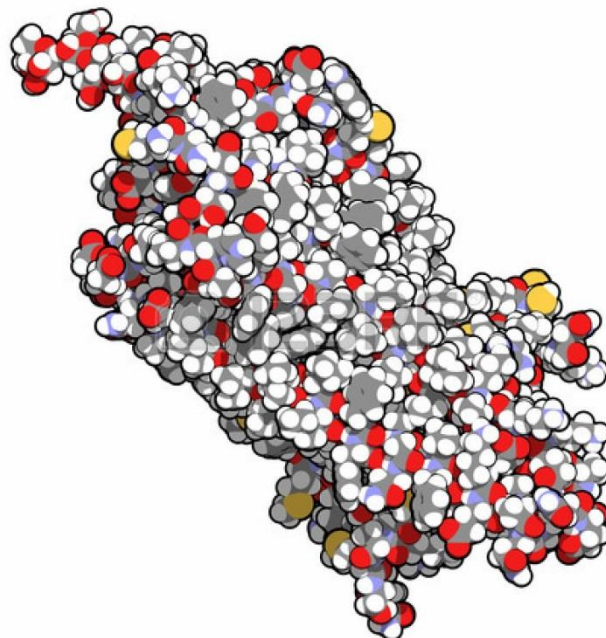
— bevezetés, szaktanári magyarázat	5 perc
— feladat ismertetése	5 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— kísérlet elvégzése	50 perc
— feladatok megoldása	10 perc
— eredmény megadása	5 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	5 perc

**Értékelés, feladatok:**

szöveges értékelés páronként, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé

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:**



A tanulókat figyelmeztessük a védőfelszerelések kötelező viselésére. A tanulók figyelmét fel kell hívni a lúgoldat veszélyeire.

### 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 AgNO<sub>3</sub> oldat, lakmuspapír

A kísérlet menete:

- A két kémcsőbe kb. 4 cm<sup>3</sup> tojásfehérje oldatot öntünk.
- Mind a két kémcsőhöz kb. 2 cm<sup>3</sup> 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<sub>3</sub> oldatot adunk a kémcsőhöz.
- Rögzítjük a tapasztaltakat.

#### **Magyarázat:**

Lúgos hidrolízis hatására a nitrogéntartalom NH<sub>3</sub> formájában, a kéntartalom H<sub>2</sub>S formájában szabadul fel. A megnedvesített lakmuspapír az NH<sub>3</sub> hatására lúgos kémhatást mutat. Az AgNO<sub>3</sub> a felszabadult H<sub>2</sub>S hatására oldhatatlan, fekete Ag<sub>2</sub>S csapadékot alkot.

#### I. Mit tapasztaltál a kísérletek során?

*A lúgos hidrolízis hatására a fehérjékben található nitrogén NH<sub>3</sub> formájában felszabadul. A megnedvesített lakmuspapír lúgos kémhatást jelez.*

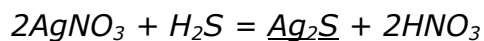
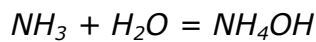
*A sósavba mártott üvegbot hatására a kémcsőben élénk fehér füstképződést tapasztalhatunk, szilárd  $\text{NH}_4\text{Cl}$  keletkezik.*

*A lúgos hidrolízis hatására a fehérjékben található kén  $\text{H}_2\text{S}$  formájában szabadul fel, ami  $\text{AgNO}_3$  hatására fekete  $\text{Ag}_2\text{S}$  csapadékot képez.*

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

*lúgos hidrolízis során érezhető mind az  $\text{NH}_3$ , mind a  $\text{H}_2\text{S}$  szaga. Az  $\text{NH}_3$  szúrós szagú, a  $\text{H}_2\text{S}$  záptojás szagú gáz.*

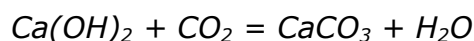
- III. Írd fel a 3 reakció egyenletét és rendezd!



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

*Hidrogén- és oxigéntartalom kimutatása: a fehérjét hevítve víz távozik el gőz formájában, a gőz lecsapódik a kémcső falán.*

*Széntartalom kimutatása: a fehérjét hevítve  $\text{CO}_2$  szabadul fel, amit ha meszes vízbe vezetünk zavaros lesz.*



- V. Sorold fel a kéntartalmú aminosavakat!

*metionin, cisztein*

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

*Két cisztein molekula S-S hidat képes létrehozni, így stabilizálja a fehérjét. A S-S híd kovalens kötés, így erősebb kötés biztosít, mint a másodlagos kötések.*



## 5. Nukleotidok vizsgálata

### **Témakör:**

A sejtet felépítő kémiai anyagok

**Cél meghatározása:** A tanulók legyenek képesek a kísérlet kivitelezésére és a lépések logikai menetének betartására.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, páros tanulói kísérlet, önálló adatrögzítés, megbeszélés

**Fogalmak:** adenzin-trifoszfát, nagy energiájú makroerg kötés, polinukleotid

### **Ütemezés:**

— bevezetés, szaktanári magyarázat	15 perc
— feladat ismertetése	5 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— kísérlet elvégzése	30 perc
— feladatok megoldása	10 perc
— eredmény megadása	10 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	10 perc

### **Értékelés, feladatok:**

szöveges értékelés páronként, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé

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 információtárolás. Az energiát **adenozin-trifoszfát** tárolja **nagy energiájú makroerg kötésekben**. Az információtároláshoz 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:**



A tanulók figyelmét fel kell hívni az előírt védőfelszerelések kötelező használatára. A gyakorlat alatt az ablakokat célszerű kinyitni és az elszívőfülkét üzemeltetni.

### 1. Kísérlet: DNS izolálása gyümölcsből

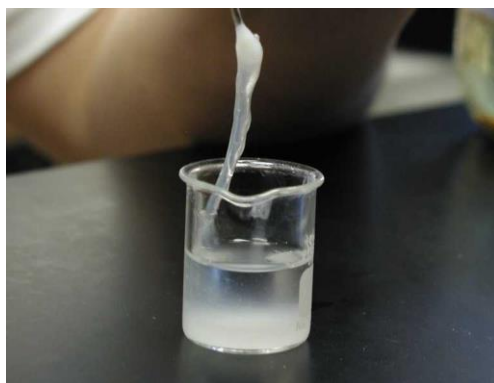
#### **Szükséges védőfelszerelések:**



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

A kísérlet menete:

- A 200ml-es főzőpohárba mérjük 90 cm<sup>3</sup> desztillált vizet, adjunk hozzá kb. 10 cm<sup>3</sup> 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 tölcser és a magasságot úgy állítjuk be, hogy a tölcser az alá tett főzőpohárba épp hogy beleérjen.
- A tölcserbe szűrőpapírt teszünk és a detergenssel 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**

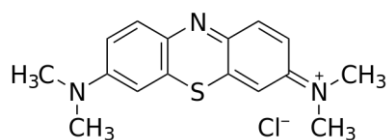
### **Magyarázat:**

A DNS minden növényi és állati sejtben megtalálható. Amikor a dörzsmozsárban a gyümölcsöt pépesítjük, szétroncsoljuk a sejtek falát. A detergens a sejtmembránokat és a fehérjéket roncsolja, így a DNS kiszabadul a sejtmagból. A só töltéssel látja el a DNS-t így az oldhatóvá válik, míg a fehérjék kicsapódnak. A szűréssel a kicsapódott fehérjéket távolítjuk el és a szűrletben az oldott DNS marad. A DNS izopropil-alkoholban nem oldódik, ezért a fázishatáron kicsapódik.

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

*A fázishatáron a DNS kicsapódik. A DNS a sejtmagban található. Ahhoz, hogy hozzáférjünk a sejtek falát és a sejtmembránt roncsolni kell. A detergens nem csak a sejtmembránt, hanem a fehérjéket is roncsolja. A só hatására a DNS oldhatóvá válik, így a szűréssel izolálni tudjuk a többi sejtalkotótól. Hűtött izopropil-alkohol hatására a fázishatáron kicsapódik a DNS.*

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



**7. ábra Metilénkék**

*A metilénkék egy heterociklusos aromás vegyület, melyben az egyik nitrogén atom pozitív töltést hordoz. A DNS cukor-foszfát gerince negatívan töltött, ezért a metilénkék a DNS-hez ionosan kötődik, megfestve azt.*

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

*DNS:*

*purinvázis bázisok: adenin, guanin*

*primidinvázis bázisok: citozin, timin*

*RNS:*

*purinvázis bázisok: adenin, guanin*

*pirimidinvázis bázisok: citozin, uracil*

IV. Írd fel a bázispárosodás szabályait!

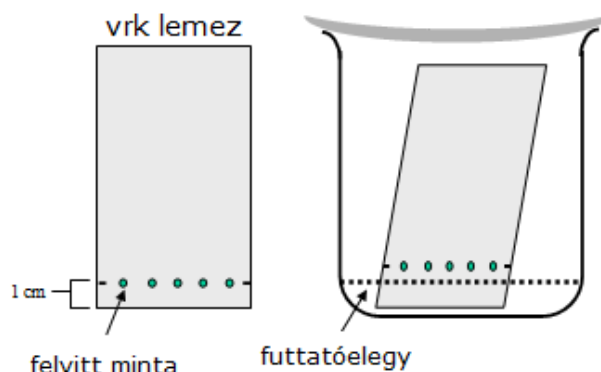
*Purinnal szemben mindig pirimidin bázis található, adeninnel szemben timin, RNS esetén uracil, citozinnal szembe guanin*

## 6. Fotoszintetikus pigmentek vizsgálata

<b>Témakör:</b> Anyagcsere-folyamatok a sejtben	
<b>Cél meghatározása:</b> A tanulók értsék meg a kromatográfiás elválasztás elméletét. A tanulók meg tudják különböztetni a fotoszintetikus pigmenteket.	
<b>Módszerek és tevékenységek:</b> frontális osztálymunka, páros tanulói kísérlet, önálló adatrögzítés, megbeszélés	
<b>Fogalmak:</b> fényszakasz, sötétszakasz, vékonyréteg kromatográfia, kromatográfia, retenciós faktor	
<b>Ütemezés:</b>	
— bevezetés, szaktanári magyarázat	10 perc
— feladat ismertetése	5 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— kísérlet elvégzése	40 perc
— feladatok megoldása	5 perc
— eredmény megadása	10 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	10 perc
<b>Értékelés, feladatok:</b>	
szöveges értékelés páronként, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé	

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 előállítását 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 viszük fel az állófázist, amiben a kapilláris hatás miatt a mozgófázis vándorol. Az oldószer anyagi minőségétől függően a fotoszintetikus pigmentek meghatározott magasságig fognak futni. A **retenciós faktoral** ( $R_f$ ) azonosítani tudjuk a szétválasztott pigmenteket.



8. ábra VRK lemezre felvitt pigmentkivonat cseppek

Pigment	Szín	R <sub>f</sub>
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:**



A tanulók figyelmét fel kell hívni az előírt védőfelszerelések kötelező használatára. A tanulókat tájékoztassuk a szerves oldószergőzők veszélyeiről, valamint nyomatékosítsuk bennük, hogy a gyakorlat alatt mindenfajta láng- és gyújtóforrás használata SZIGORÚAN TILOS!

**1. Kísérlet:** Fotoszintetikus pigmentek elválasztása vékonyréteg kromatográfiával

### **Szükséges védőfelszerelések:**

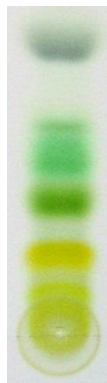


**Anyagok és eszközök:** dörzsmozsár, 200ml-es főzőpohár, 100ml-es főzőpohár, mérőhenger, kapilláriscső, elektromos melegítő, vatta, üvegtölcsér, szűrőállvány, szűrőkarika, óraüveg, VRK lemez, levélminta, 96%-os etanol, homok, futtatóelegy (benzin:izopropanol 10:1 arányú elegye)

A kísérlet menete:

- 3-4 friss levelet felaprítunk, dörzsmozsárba tesszük, hozzáadunk egy kevés homokot, pár cm<sup>3</sup> 96%-os etanolt és alaposan eldörzsöljük.
- a pépet 100ml-es főzőpohárba kanalazzuk, mérőhengerrel kimérünk 10 cm<sup>3</sup> 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<sub>f</sub>) 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

### **Magyarázat:**

A kromatográfiás elválasztás azon alapul, hogy a vizsgált anyagot egy állófázison keresztül visszük egy mozgófázis segítségével. Az álló fázison az anyagok adszorbeálódnak, így megoszlási egyensúly alakul ki az álló- és mozgófázis között. A kísérlet során a fotoszintetikus fő pigmenteket tudjuk szétválasztani. Legmagasabbra a karotin fut, alatta találjuk a feofitint, majd a klorofill-a és klorofill-b, végül a xantofilok.

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

*6 pigmentet lehet elkülöníteni a kromatogrammon. Egyes esetekben lehetséges, hogy a feofitin-a és b is elkülöníthető, valamint a xantofilok is szétválhatnak. Retenciós faktor alapján a karotin fut a legmagasabbra, majd a feofitin-a/b, utána a klorofill-a majd b és végül a xantofilok.*

- II. Hol zajlik a növényekben a fotoszintézis?

*zöldszíntestben*

- III. A fotoszintetikus pigmentek delokalizált  $\pi$ -elektronokat tartalmaznak. Miért fontos ez?

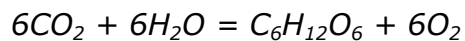
*A delokalizált  $\pi$ -elektronoknak köszönhető, hogy a molekulát képes gerjeszteni a látható fény. A fényszakaszban az elektronok gerjesztett állapotba kerülnek és az elektronszállító rendszeren végighaladnak.*

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

*első fotorendszer: klorofill-a, klorofill-b és karotin*

*második fotorendszer: klorofill-a, klorofill-b, xantofill*

- V. Írd fel és rendezd a fotoszintézis alapegyenletét!





## 7. A sejtosztódás vizsgálata: Mitózis

### Témakör:

A sejtalkotók

**Cél meghatározása:** A tanulók legyenek képesek a mikroszkópi preparátum elkészítésére, valamint a mitózis egyes fázisainak megfigyelésére és rögzítésére.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, páros tanulói kísérlet, önálló adatrögzítés, megbeszélés

**Fogalmak:** mitózis, eukarióta

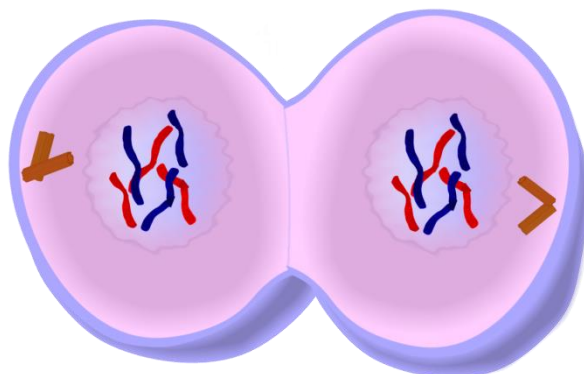
### Ütemezés:

— bevezetés, szaktanári magyarázat	10 perc
— feladat ismertetése	5 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— kísérlet elvégzése	40 perc
— feladatok megoldása	5 perc
— eredmény megadása	10 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	10 perc

### Értékelés, feladatok:

szöveges értékelés páronként, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé

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:



A tanulók figyelmét hívjuk fel a szükséges védőfelszerelések **KÖTELEZŐ** használatár. A tanulókat tájékoztassuk a használt vegyszerek veszélyességéről.

## 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 kárminecetsav 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 elpárolgott a festékoldat a tárgylemezről cseppentsünk rá újabb cseppet.
- A festés után a felesleges kárminecetsavat felitatjuk és a gyökeret új tárgylemezre tesszük, a gyökér csúcsi részét lándzsatű segítségével leválasztjuk, a többi gyökérdarabot eltávolítjuk.
- A gyökércsúcsra egy csepp kárminecetsavat cseppentünk fedőlemezzel letakarjuk, a fedőlemeze 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.

### **Magyarázat:**

A dugbagyma gyökércsúcs sejtjei intenzíven osztódnak, így lehetőségünk van rá, hogy megfigyeljük a mitózis fázisait.

A kárminecetsavval a DNS-t tudjuk megfesteni. Az intenzíven osztódó sejtekben a DNS már kromoszómákba rendeződött és megfigyelhető a mitózis egyes fázisai.

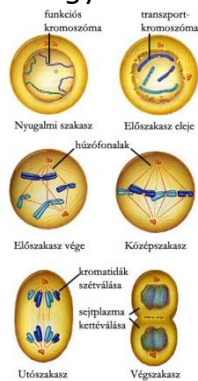
I. Ismertesd a mitózis fontosabb jellemzőit!

- *mitózissal a testi sejtek osztódnak*
- *számtartó osztódás*
- *eredménye két utódsejt, melynek DNS tartalma teljes mértékben megegyezik*

II. Ismertesd a mitózis fázisait!

*profázis: a megkettőződött DNS kromoszómákba rendeződik, maghártya felbomlik, kialakulnak a húzófonalak és a magorsók,*  
*metafázis: a kromoszómák az ekvatoriális síkba rendeződnek,*  
*anafázis: húzófonalak a centromerhez kapcsolódnak és a pólusok felé húzzák a kromatidokat,*  
*telofázis: kialakul a két sejtmag, a kromatidák szétesnek, létrejön a kromatin állomány,*

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



**11. ábra Mitózis szakaszai**

## 8. A sejtosztódás vizsgálata: A meiózis

### Témakör:

A sejtalkotók

**Cél meghatározása:** A tanulók legyenek képesek a mikroszkópi preparátum elkészítésére, valamint a meiózis egyes fázisainak megfigyelésére és rögzítésére.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, páros tanulói kísérlet, önálló adatrögzítés, megbeszélés

**Fogalmak:** meiózis, diploid, haploid

### Ütemezés:

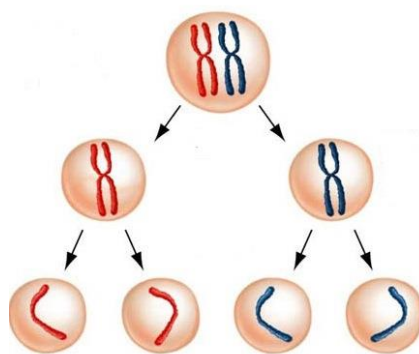
— bevezetés, szaktanári magyarázat	10 perc
— feladat ismertetése	5 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— kísérlet elvégzése	40 perc
— feladatok megoldása	5 perc
— eredmény megadása	10 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	10 perc

### Értékelés, feladatok:

szöveges értékelés páronként, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé

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.



12. ábra Meiotikusan osztódó sejt

### Munka és balesetvédelem:



A tanulók figyelmét hívjuk fel a szükséges védőfelszerelések KÖTELEZŐ használatára. A tanulókat tájékoztassuk a használt vegyszerek veszélyességéről.

**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 fedőlemezrel 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.

### **Magyarázat:**

A fás bazsarózsa bimbók porzószálának belsejében pollenanyasejtek találhatóak, melyeket megfestve megfigyelhetjük a meiózis fázisait.

I. Ismertesd a meiózis fontosabb jellemzőit!

- egy diploid anyasejtből négy haploid utódsejt lesz
- a kromoszómakészlet feleződik, tehát számfelező sejtosztódás
- lehetőség van rekombinációra
- két fázisból áll, amik egymás után következnek

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



## 9. Az idegrendszer vizsgálata

### **Témakör:**

Az idegi szabályozás

**Cél meghatározása:** A tanulók legyenek képesek a mikroszkópi preparátumok megfigyelésére és összehasonlítására.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, csoportos kísérlet (3-4 fős csoportok), csoportos adatrögzítés, megbeszélés

**Fogalmak:** homeosztázis

### **Ütemezés:**

— bevezetés, szaktanári magyarázat	10 perc
— feladat ismertetése	5 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— mikroszkópi megfigyelés	40 perc
— feladatok megoldása	5 perc
— eredmény megadása	10 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	10 perc

### **Értékelés, feladatok:**

szöveges értékelés csoportosan, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé

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.



**13. ábra Az idegrendszer**

### **Munka és balesetvédelem:**

A tanulók figyelmét hívjuk fel a mikroszkóp és a mikroszkópi metszetek óvatos, körültekintő kezelésére.

**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 befűzések.

A gerincvelő keresztmetszetén megkülönböztethetjük 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

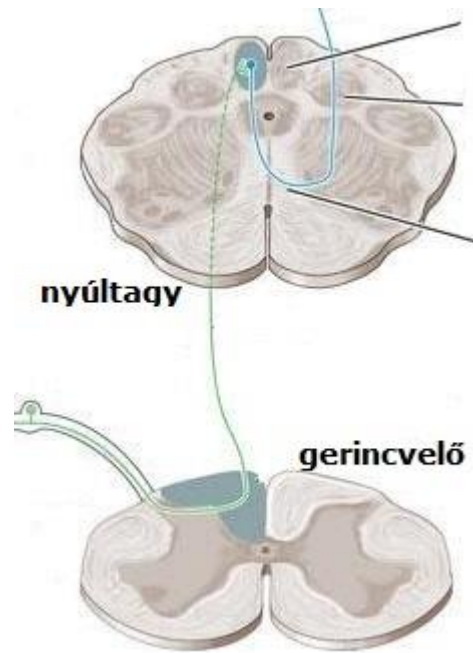
A nyúltagy a gerincvelő folytatása, de már az agyvelő része. Szerkezete hasonló a gerincvelőéhez. A szürkeállomány kezd feldarabolódni.

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?

*31 pár gerincvelői, 12 pár agyideg*

## 10. Belső elválasztású mirigyek vizsgálata

### **Témakör:**

A hormonális rendszer és a reprodukció

**Cél meghatározása:** A tanulók ismerjék fel a különböző hormontermelő mirigyeket, képesek legyenek a metszetek tanult részeinek megnevezésére.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, csoportos kísérlet (3-4 fős csoportok), csoportos adatrögzítés, megbeszélés

**Fogalmak:** homeosztázis, belső elválasztású mirigyek

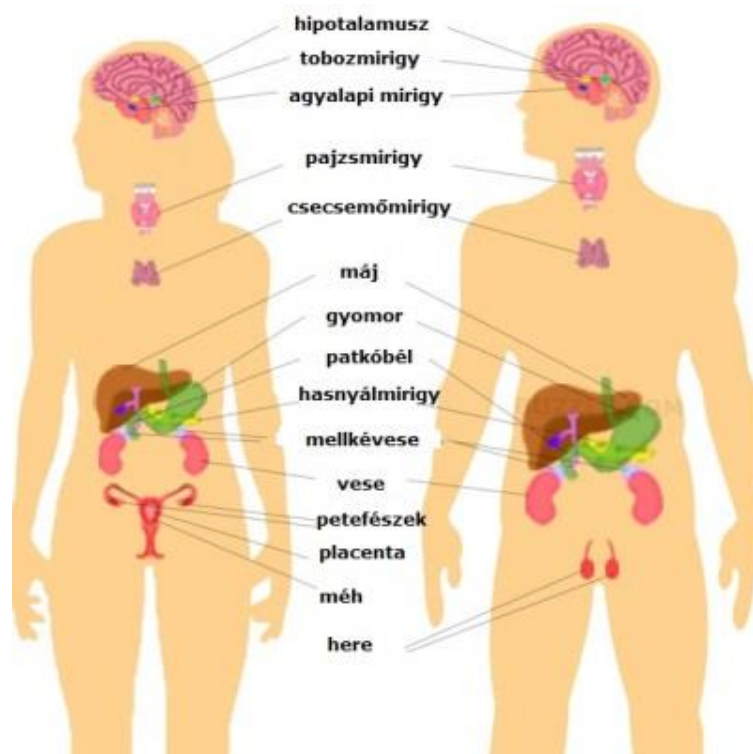
### **Ütemezés:**

— bevezetés, szaktanári magyarázat	10 perc
— feladat ismertetése	5 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— mikroszkópi megfigyelés	40 perc
— feladatok megoldása	5 perc
— eredmény megadása	10 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	10 perc

### **Értékelés, feladatok:**

szöveges értékelés csoportosan, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé

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.



**14. ábra** Hormontermelő mirigyek

### **Munka és balesetvédelem:**

A tanulók figyelmét hívjuk fel a mikroszkóp és a mikroszkópi metszetek óvatos, körültekintő kezelésére.

### **1. Kísérlet:** Hormontermelő mirigyek vizsgálata fénymikroszkóp segítségével

#### **Szükséges védőfelszerelések:**



**Anyagok és eszközök:** hasnyálmirigy keresztmetszet, mellékvese 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.

#### **A belső elválasztású mirigyek ismertetése:**

A hasnyálmirigy keresztmetszetén szigetszerű, erősen festődő sejtek láthatók, ezek a Langerhans-szigetek, melyek az inzulint és a glukagont termelik.

A mellékvese keresztmetszetén jól látható a kéregállomány három rétege, melyekben különböző hormonok termelődnek: a só- és vízháztartást szabályozó és a szénhidrát anyagcserét szabályozó hormonok.

. A mellékvese velőállománya adrenalint és noradrenalint termel.

A pajzsmirigy keresztmetszetén jól láthatók a tüszők és körülöttük erősen festődő sejtek. A tüszőkben tárolódik a pajzsmirigy által termelt tiroxin.

A here keresztmetszeti képén jól láthatók a herecsatornácskák. A herecsatornácskák között található erősen festődő sejtek termelik a férfi nemi hormont, a tesztoszteront.

A petefészek keresztmetszetén jól láthatók a kisebb nagyobb tüszők, valamint a sárgatest. A tüszők falában termelődik az ösztrogén, a sárgatest termeli a progeszteront.

- 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!

hasnyálmirigy:

**inzulin, glükagon**

mellékvese kéregállomány:

**a só- és vízháztartást szabályozó és a szénhidrát anyagcserét szabályozó hormonok**

mellékvese velőállomány:

**adrenalin, noradrenalin**

pajzsmirigy:

**tiroxin, calcitonin**

here:

**tesztoszteron**

petefészek:

**ösztorgének, progeszteron**

agyalapi mirigy hátsó lebeny:

**oxitocin, vazopresszint**

agyalapi mirigy elülső lebeny:

**növekedési hormon**

**tejválasztást serkentő hormon**

**mellékvesekéreg stimuláló hormon**

**pajzsmirigyserkentő hormon**

**tüszőérést serkentő hormon**

**sárgatest serkentő hormon**

## 11. Az amiláz vizsgálata

### Témakör:

Az ember öfenntartó működése

**Cél meghatározása:** A tanulók legyenek tisztában az amiláz jelentőségével, legyenek képesek a kísérletek kivitelezésére.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, páros kísérlet, csoportos adatrögzítés, megbeszélés

**Fogalmak:** pH optimum

### Ütemezés:

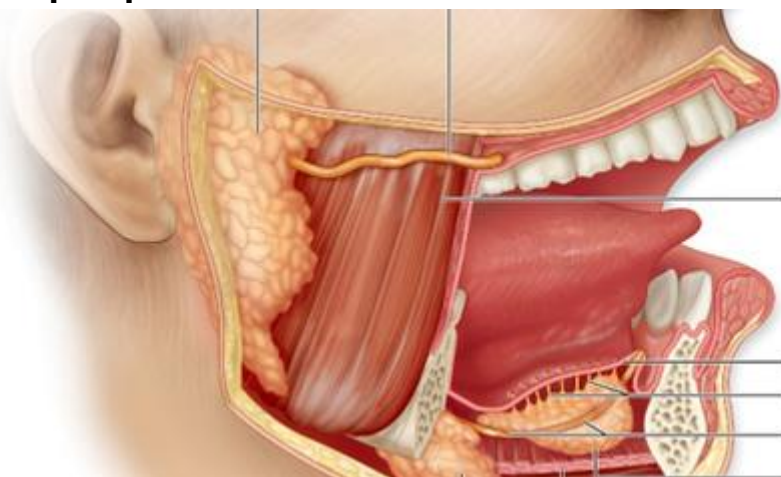
— bevezetés, szaktanári magyarázat	10 perc
— feladat ismertetése	5 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— kísérlet elvégzése	40 perc
— feladatok megoldása	5 perc
— eredmény megadása	10 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	10 perc

### Értékelés, feladatok:

szöveges értékelés páronként, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé

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 cukorra bontását inkább a hasnyálmirigy amiláz végzi.

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



**15. ábra A nyálmirigyek**

### Munka és balesetvédelem:



A tanulók figyelmét fel kell hívni a szükséges védőfelszerelések KÖTELEZŐ használatára. A tanulókat tájékoztatni kell a használt sav illetve lúgoldat veszélyeiről.

### 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 helyezünk, 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.

#### **Magyarázat:**

A nyálban található amiláz a keményítőt alkotó  $\alpha$ -D-glükóz molekulák közötti kötés hidrolízisét katalizálja. Az enzim aktivitásának hatására a keményítőből cukormolekulák lesznek. A Lugol-oldat hatására a nyáloldatot tartalmazó kémcsőben sötétkék színreakciót tapasztalunk, míg a nyáloldatot tartalmazó kémcsőben nem, vagy csak csekély mértékű színreakció tapasztalható.

### 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, lakmuspapírral 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.

### **Magyarázat:**

Az amiláz pH optimuma semleges tartományban van. Erősen savas illetve lúgos kémhatásánál az enzim elveszíti aktivitását, nem hidrolizálja a keményítőt.

I. Mit tapasztaltál az első kísérletben? Válaszodat indokold!

*A nyáloldatot nem tartalmazó kémcsőben Lugol-oldat hatására intenzív sötétkék színreakció tapasztalható, kimutatható a keményítő. A nyáloldatot tartalmazó kémcsőben nincs, vagy csak csekély mértékű kék színreakciót tapasztalhatunk.*

II. Mit tapasztaltál a második kísérletben? Válaszodat indokold!

*A NaOH oldatot tartalmazó kémcsőben intenzív kék színreakció tapasztalható, a HCl oldatot tartalmazó kémcsőben szintén intenzív kék színreakciót figyelhetünk meg. Abban a kémcsőben amelyikben desztillált víz, nyáloldat és keményítőoldat volt, pH-ja semleges, nem tapasztalunk színreakciót, mert az amiláz elbontotta a keményítőt. Tehát az amiláz pH optimuma semleges tartományban van.*

III. Hol termelődik az amiláz az emberi szervezetben?

*a nyálmirigyekben és a hasnyálmirigyben.*

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

*mucin – falatot síkossá teszi, tápcsatorna több részét védi a pH változástól*

*lizozim – gátolja a baktériumok elszaporodását a nyálban*



## 12. Pepszin vizsgálata

### Témakör:

Az ember önfenntartó működése

**Cél meghatározása:** A tanulók legyenek tisztában a gyomornedv összetételével, valamint a pepszin és a gyomorban található sósav jelentőségével.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, páros kísérlet, csoportos adatrögzítés, megbeszélés

**Fogalmak:** peptid, pH optimum

### Ütemezés:

— bevezetés, szaktanári magyarázat	10 perc
— feladat ismertetése	5 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— kísérlet elvégzése	40 perc
— feladatok megoldása	5 perc
— eredmény megadása	10 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	10 perc

### Értékelés, feladatok:

szöveges értékelés páronként, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé

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**.



16. ábra A gyomor

### Munka és balesetvédelem:



A tanulókat tájékoztatni kell az előírt védőfelszerelések **KÖTELEZŐ** használatáról.

### 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 cm<sup>3</sup> 0,02M-os HCl oldatot.
- Az egyik kémcsőbe 2 cm<sup>3</sup> pepszinoldatot, a másikba 2 cm<sup>3</sup> 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.

### **Magyarázat:**

A pepszin pH optimuma erősen savas környezetben van. A főtt tojásfehérjét a pepszin savas környezetben enzimatikusan bontja, így a kezdetben fehér tojásfehérje feloldódik.

## **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 cm<sup>3</sup> 0,02M-os NaOH oldatot, a másikba 3 cm<sup>3</sup> 0,02M-os HCl oldatot, a harmadikba 3 cm<sup>3</sup> desztillált vizet teszünk.
- Mindegyik kémcsőhöz 3 cm<sup>3</sup> 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.

**Magyarázat:**

A pepszin fehérjebontó hatását erősen savas környezetben fejti ki. A három kémcső közül a savasban fogjuk tapasztalni, hogy a tojásfehérje feloldódott.

I. Mit tapasztaltál az első kísérletben? Válaszodat indokold!

*A kezdetben fehér tojásfehérje feloldódik a kémcsőben. A pepszin erősen savas közegben képes a fehérjéket bontani, ezért a megfelelő hőmérsékleten és pH-n a tojásfehérje feloldódik.*

II. Mit tapasztaltál a második kísérletben? Válaszodat indokold!

*Az első kémcsőben a tojásfehérje feloldódott, a másik két kémcsőben nem történt változás. A pepszin csak erősen savas pH-n fejti ki fehérjebontó hatását.*

III. Mi található a gyomornedvben?

*sósav, pepszin*

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

*A gyomornedvben termelődő mucin. Bevonja a gyomor falát és így a pepszin nem tud kárt tenni benne.*

### 13. A vese vizsgálata

**Témakör:**

Az ember öfenntartó működése

**Cél meghatározása:** A tanulók legyenek képesek a szerv makroszkópos és mikroszkópos vizsgálatára, értsék a kiválasztó-szervrendszer felépítését és működését.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, páros kísérlet, csoportos adatrögzítés, megbeszélés

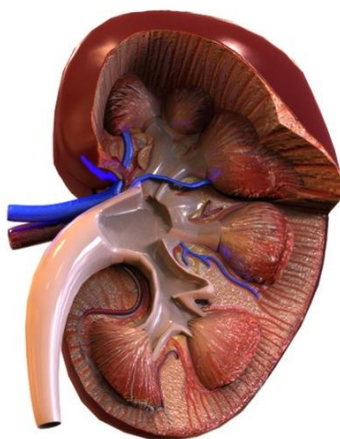
**Fogalmak:****Ütemezés:**

— bevezetés, szaktanári magyarázat	15 perc
— feladat ismertetése	10 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— boncolás elvégzése	40 perc
— feladatok megoldása	5 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	10 perc

**Értékelés, feladatok:**

szöveges értékelés páronként, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé

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.



17. ábra A vese

**Munka és balesetvédelem:**

A tanulók figyelmét fel kell hívni a szükséges védőfelszerelések KÖTELEZŐ használatára.

## 1. Kísérlet: Sertés vese boncolása illetve vizsgálata sztereó- és fénymikroszkóppal

### **Szükséges védőfelszerelések:**



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

A boncolás menete:

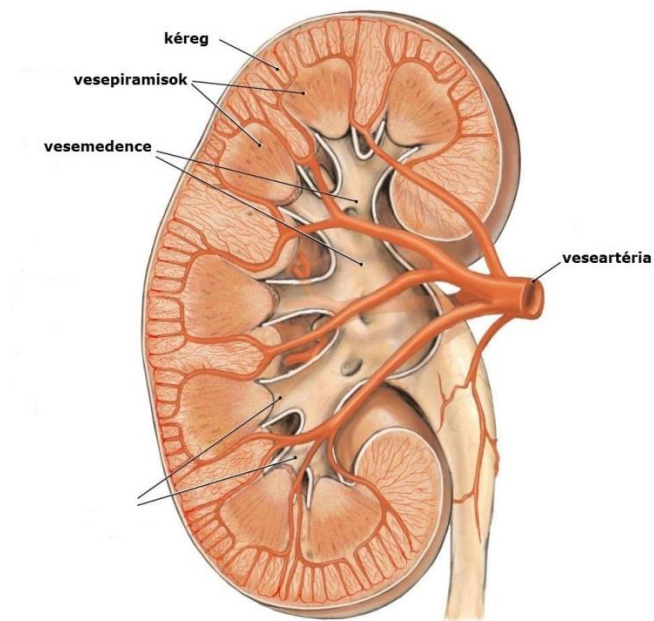
- Mielőtt elkezdenénk boncolni a vesét, vizsgáljuk meg kívülről. Írjuk le alakját, nagyságát és a kívülről felismerhető képleteket.
- Szike segítségével vágjuk hosszában ketté a vesét. Figyeljük meg a vese kéreg- és velőállományát, a vesepiramisokat, veseszemölcsöket, vesemedencét és a vesekaput. Azonosítsuk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

### **A vese ismertetése:**

A vese bab alakú, kb. 8-12 cm hosszú vörösbarna, páros szerv. Homorulata a vesekapu itt lépnek ki illetve be az erek, valamint itt lép ki a húgyvezeték is. Hosszába kettévágva kívül található a kéregállomány, majd a vese fő tömegét alkotó velőállomány. Láthatjuk a vesepiramisokat, a veseszemölcsöket és a vesemedencét.

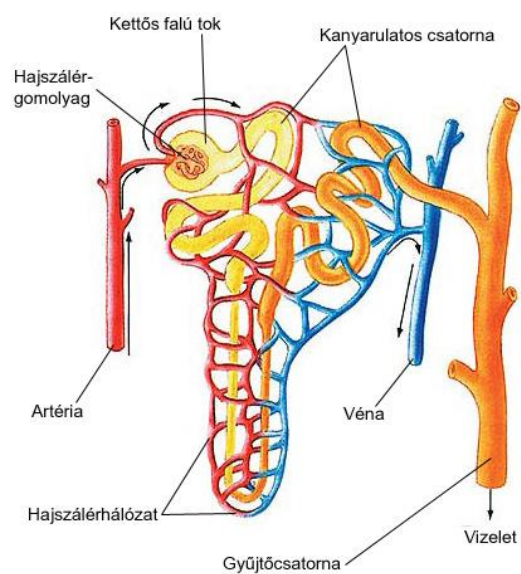
A kéregállományból metszetet készítve láthatjuk a Bowmann tokokat és a benne lévő érgomolyagot, valamint a tubulusokat. A kész metszetpreparátumokon az egyes mikroszkópi részeket jobban meg tudjuk figyelni, mert meg vannak festve.

- 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

### **Témakör:**

Az ember önfenntartó működése

**Cél meghatározása:** A tanulók legyenek tisztában a szív anatómiai felépítésével, valamint az elektrokardiogram működésével.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, csoportos kísérlet (3-4 fő), csoportos adatrögzítés, megbeszélés

**Fogalmak:** elektrokardiogram

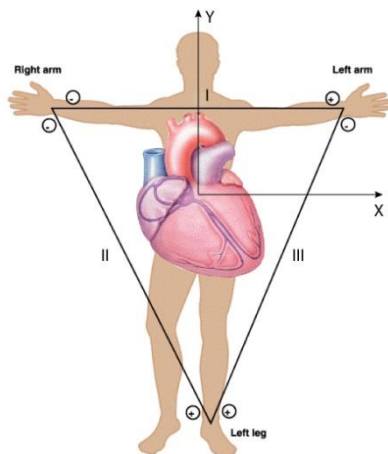
### **Ütemezés:**

— bevezetés, szaktanári magyarázat	15 perc
— feladat ismertetése	10 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— vizsgálat elvégzése	30 perc
— regisztrátum kiértékelése	10 perc
— feladatok megoldása	5 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	10 perc

### **Értékelés, feladatok:**

szöveges értékelés csoportonként, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé

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.



**18. ábra Az EKG elektródák elvezetési pontjai**

### **Munka és balesetvédelem:**

A tanulók figyelmét hívjuk fel az óvatos közlekedésre és a használt berendezések óvatos kezelésére.

**1. Kísérlet:** Szív működés monitorozása különböző testhelyzetekben

### **Szükséges védőfelszerelések:**

-

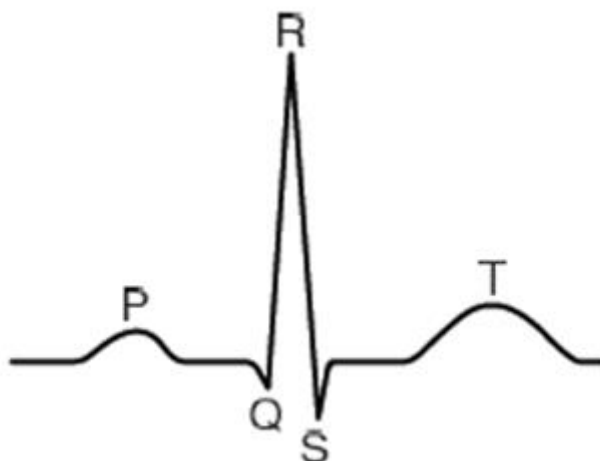
**Anyagok és eszközök:** CE ESV adatgyűjtő, EKG szenzor, eldobható elektród, 70%-os etanol

A kísérlet menete:

- Alkohollal 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 feküdjön 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 feküdjön 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.

**Magyarázat:**





**19. ábra Az EKG görbe csúcsai**

Az EKG-n 5 csúcsot különböztethetünk meg, ezek a P, Q, R, S, T. A P hullám a pitvari depolarizációt jelzi,

A QRS komplex a kamrai depolarizációt, végül a T hullám a kamrai repolarizációt jelzi.

A különböző testhelyzetek hatással vannak az EKG hullámokra. Fekvő testhelyzetben az R hullám amplitúdója kisebb, mint ülő, vagy álló testhelyzetben. Ekkor a szívnek nem kell a gravitációval megbirkóznia, kisebb elektromos jel is elég a munkához.

A mély belégzést követő egyenletes lassú kilégzés során azt tapasztalhatjuk, hogy belégzéskor csökken a pulzusszám, kilégzéskor pedig nő.

Hasprés hatására az EKG görbén az R hullámok rövidülését figyelhetjük meg, valamint a pulzusszám növekedését.

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

*Fekvő testhelyzetben a pulzusszám a legalacsonyabb, mert a szívnek nem kell megküzdenie a gravitációval.*

*Ülő testhelyzetben egy enyhe pulzusszám növekedést tapasztalhatunk, valamint a R hullám növekedését.*

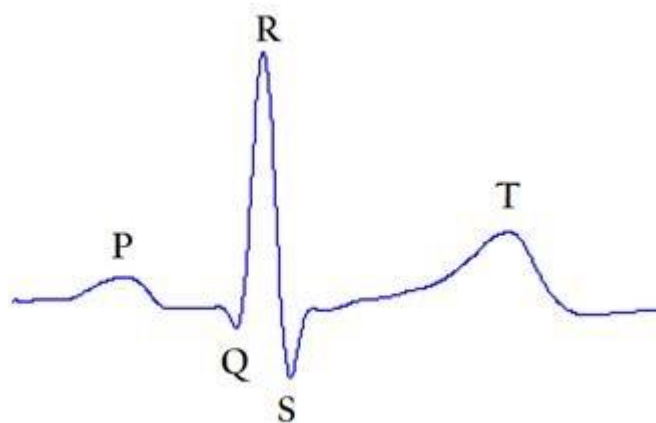
*Álló testhelyzetben a legnagyobb a pulzusszám, a R hullám nagysága itt a legnagyobb. A szívnek ekkor kell a legnagyobb gravitáció ellenében fenntartani a vérnyomást, így erősebben pumpál*

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

*A mély belégzést követő egyenletes kilégzésnél azt tapasztalhatjuk, hogy belégzést alatt a pulzus lassul, kilégzésnél pedig gyorsul.*

*A hasprés alatt a pulzusszám emelkedik, valamint az R hullámok rövidülnek, ami azzal magyarázható, hogy a feszített izmok miatt az erek összeszűkülnek, a szívnek erősebben és gyorsabban kell pumpálnia, hogy fenntartsa a vérkeringést.*

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



*P hullám: pitvari depolarizáció  
QRS: kamrai depolarizáció  
T hullám: kamrai repolarizáció*

## 15. Vérnyomásmérés vértelen úton

### **Témakör:**

Az ember öfenntartó működése

**Cél meghatározása:** A tanulók legyenek tisztában a vérnyomásmérés elméleti hátterével, valamint a mért értékek fogalmával.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, csoportos kísérlet (3-4 fő), csoportos adatrögzítés, megbeszélés

**Fogalmak:** vértelen vérnyomásmérés

### **Ütemezés:**

— bevezetés, szaktanári magyarázat	15 perc
— feladat ismertetése	10 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— vizsgálat elvégzése	30 perc
— kiértékelése	10 perc
— feladatok megoldása	5 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	10 perc

### **Értékelés, feladatok:**

szöveges értékelés csoportonként, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé

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.



**20. ábra Felkaros automata vérnyomásmérő**

### **Munka és balesetvédelem:**

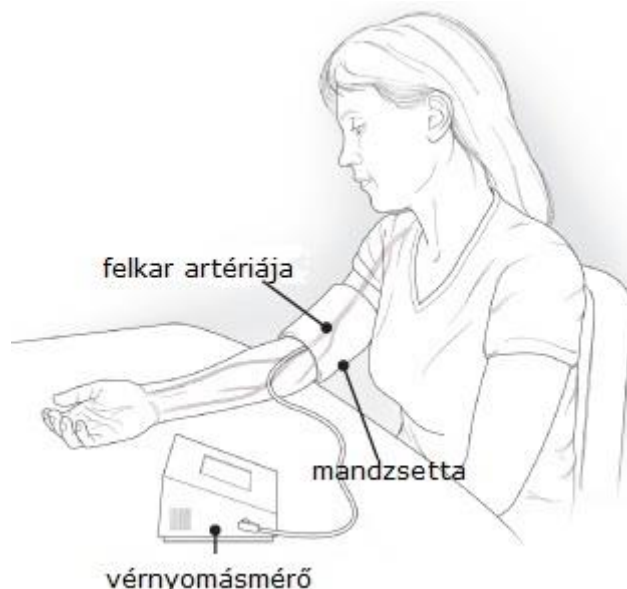
A gyakorlat során a tanulók nem használnak vegyszereket. Figyelmeztessük őket a vérnyomásmérő műszer óvatos használatára.

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

**Szükséges védőfelszerelések:**

Nincs szükség védőfelszerelésre

**Anyagok és eszközök:** felkaros automata vérnyomásmérő



**21. 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.

**Magyarázat:**

Az automata vérnyomásmérő a felkarra helyezett mandzsetta segítségével szorítja el a kar artériáját, így ellensúlyozva az artériában lévő vérnyomást. A készülék lassan engedi a nyomást, közben a mandzsettában lévő szenzor érzékeli, mikor kezd el áramlani az artériában a vér. Ez a szisztolés vérnyomás. Amikor a vér az artériában akadálymentesen tud tovább áramlani, az a nyomásérték a diasztolés vérnyomás. Fekvő, ülő illetve álló testhelyzetben mért

vérnyomás értékek között jelentős eltéréseket tapasztalhatunk. Fekvő testhelyzetben a legkisebb a szisztolés és a diasztolés értéke. A szívnek ekkor nem kell a gravitációval megküzdenie. Ülő és álló testhelyzetben a vérnyomás magasabb érték, mivel a gravitáció már jelentős tényező. Intenzív fizikai munka hatására megnő a szervezet oxigén igénye, így a szív erősebben pumpál, a vérnyomás megemelkedik.

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

*Fekvő testhelyzetben a vérnyomás és a pulzusszám alacsony, a szívnek nem kell a gravitációval megküzdenie.*

*Ülő testhelyzetben a vérnyomás és a pulzusszám magasabb, itt már közrejátszik a gravitáció.*

*Álló testhelyzetben a legnagyobb a vérnyomás, itt a szívnek erősebben kell pumpálnia, hogy fenntartsa a keringést.*

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

*Intenzív fizikai munka után a normálhoz képest megugrik a vérnyomás és a pulzusszám. Az izmoknak ilyenkor nagyobb az oxigénigényük, ezért a szívnek erősebben és gyorsabban kell pumpálnia, hogy fedezze a megnövekedett igényeket.*

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

*szisztolés érték: az első érték, a bal kamrából kiáramló nyomásérték. A szisztolés érték azzal a külső nyomással egyenlő, amely az artériában éppen az áramlás teljes megszüntetéséhez kell.*

*diasztolés érték: a második érték, a vérerekben mérhető legkisebb nyomás. A diasztolés érték azzal a külső nyomással egyenlő, amikor az artériában akadálymentesen tud áramlani a vér.*

## 16. A szem vizsgálata

### **Témakör:**

Az idegi szabályozás

**Cél meghatározása:** A tanulók legyenek tisztában a szem anatómiai felépítésével, valamint legyenek képesek a boncolás elvégzésére.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, páros tanulói kísérlet, önálló adatrögzítés, megbeszélés

**Fogalmak:** optikai rendszer

### **Ütemezés:**

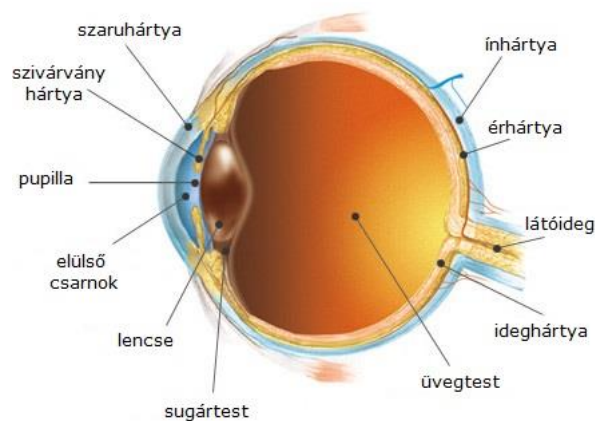
— bevezetés, szaktanári magyarázat	15 perc
— feladat ismertetése	10 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— boncolás elvégzése	30 perc
— kiértékelése	10 perc
— feladatok megoldása	5 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	10 perc

### **Értékelés, feladatok:**

szöveges értékelés páronként, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé

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.



**22. ábra A szem részei**

### **Munka és balesetvédelem:**

A tanulókat figyelmeztessük a szükséges védőfelszerelések kötelező használatára.

**1. Kísérlet:** Sertés vagy marhaszem boncolása

### **Szükséges védőfelszerelések:**



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

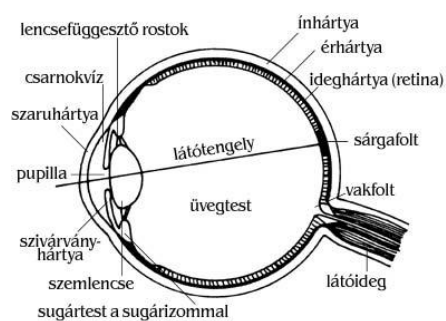
A kísérlet menete:

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

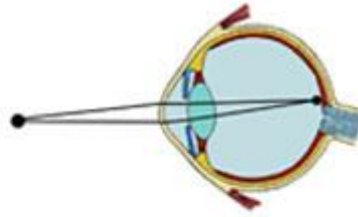
### **A szemgolyó ismertetése:**

A szemet három réteg borítja kívülről befelé az ínhártya, érhártya és az ideghártya. A szemgolyót elől a szaruhártya és borítja. A szemet a szemhéjak védik, alattuk a kötőhártya található. A szemgolyó külső felszínéhez 3 pár egyenes és 1 pár ferde szemmozgató izom tapad. A szemet az érhártya látja el oxigénnel és tápanyaggal. Az érhártya folytatása a szivárványhártya és a sugártest. A szivárványhártya alkotja a pupillát. A sugártest termeli a csarnokvizet és a szemlencse felfüggesztésében is közrejátszik a lencsefüggesztő rostokkal együtt. A szemgolyót belülről az üvegtest tölti ki. Az ideghártya a szem legbelső rétege. Az ideghártyán található a sárgafolt, mely az éleslátás helye. Itt található a fényérzékeny receptorsejtek a csapok és a pálcikák. A látóideg kilépési helye a vakfolt.

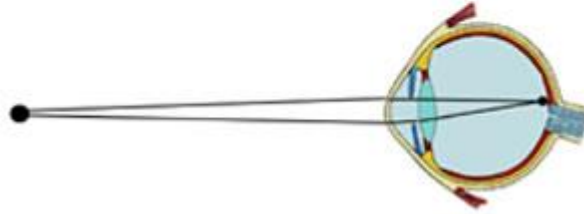
I. Rajzolj egy szemgolyót és nevezd meg a részeit!



II. Ismertesd a szem alkalmazkodását! Készíts rajzot is!

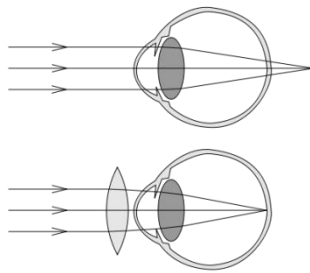


Közeli tárgy - domborúbb szemlencse



Távoli tárgy - kevésbé domború szemlencse

III. Ismertesd a távollátást és a rövidlátást!





## 17. A szív vizsgálata

### **Témakör:**

Az ember önfenntartó működése

**Cél meghatározása:** A tanulók legyenek tisztában a szív anatómiai felépítésével, működésével. Legyenek képesek a boncolás elvégzésére.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, páros tanulói kísérlet, önálló adatrögzítés, megbeszélés

**Fogalmak:** gátor

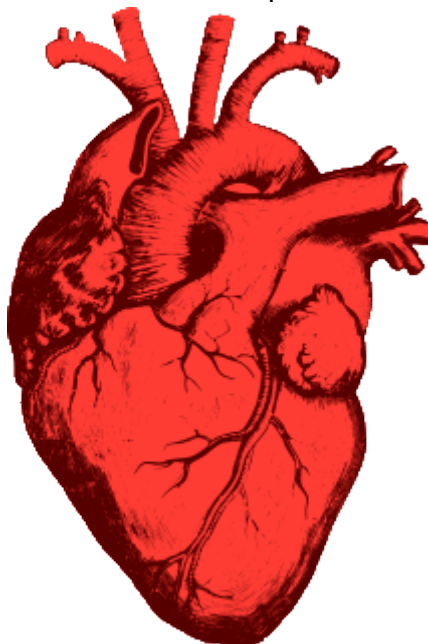
### **Ütemezés:**

— bevezetés, szaktanári magyarázat	15 perc
— feladat ismertetése	10 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— boncolás elvégzése	30 perc
— kiértékelése	10 perc
— feladatok megoldása	5 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	10 perc

### **Értékelés, feladatok:**

szöveges értékelés páronként, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé

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 sötény választja el. A pitvarokat és a kamrák között vitorlás billentyűket találhatunk. A bal kamrából kilépő verőér az aorta.



23. ábra Az emberi szív

### **Munka és balesetvédelem:**

A tanulókat figyelmeztessük a szükséges védőfelszerelések kötelező használatára.

### 1. Kísérlet: Sertésszív boncolása

#### **Szükséges védőfelszerelések:**



**Anyagok és eszközök:** bonctál, boncolló, szike, sertésszív

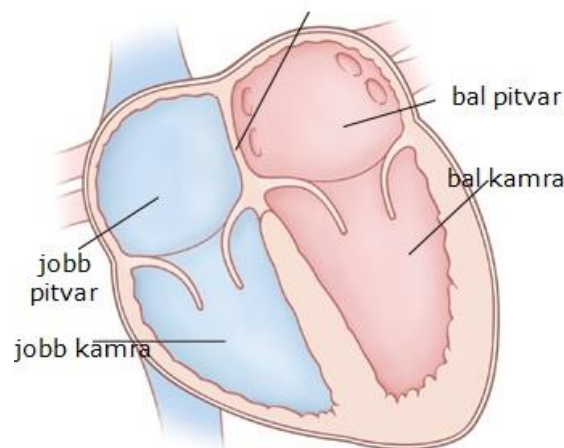
A kísérlet menete:

- 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.

#### **A szív ismertetése:**

A szív a mellüregben felső részén, közepén foglal helyet, enyhén balra dől. 4 ürege van, 2 pitvar és 2 kamra. A pitvarokat a kamráktól vitorlás billentyűk határolják. Ezek akadályozzák meg a vér visszaáramlását a pitvarokba. A kamrák közül a bal kamra fala sokkal vastagabb a jobb kamráénál, mivel a bal kamra pumpálja a test felé a vért. A bal kamra az aortába pumpálja a vért. Itt zsebes billentyűk akadályozzák meg a vér visszaáramlását.

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



II. Ismertesd a kis és a nagyvérkört!

kisvérkör:

*jobb kamra, tüdőartéria, tüdő, tüdővéna, bal pitvar*

nagyvérkör:

*bal kamra, aorta, artéria, artériás kapilláris, vénás kapilláris, vénák, jobb pitvar*

## 18. A reflexek vizsgálata

### Témakör:

Az ember öfenntartó működése

**Cél meghatározása:** A tanulók legyenek tisztában az alapvető reflexekkel.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, csoportos kísérlet (3-4 fő), csoportos adatrögzítés, megbeszélés

### Fogalmak:

#### Ütemezés:

— bevezetés, szaktanári magyarázat	15 perc
— feladat ismertetése	10 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— vizsgálat elvégzése	30 perc
— kiértékelése, feladatok megoldása	15 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	10 perc

#### Értékelés, feladatok:

szöveges értékelés csoportonként, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé

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.



24. ábra Alapvető reflexünk a tűz elkerülése

### **Munka és balesetvédelem:**

Tájékoztassuk a tanulókat, hogy vigyázzanak saját és mások testi épségére.

#### **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.

**Magyarázat:**

A gyakorlaton a legfőbb reflexeket vizsgáljuk. A hasfali reflexnél megfigyelhetjük, hogy a vizsgált személy hasizma a stimulus hatására összehúzódik. A talpon végighúzott tompa tárgy a lábujjak behajlását eredményezi. A keresztbetett lábaknál a térd írára mért ütés a négyfejű combizom összehúzódását eredményezi, melynek hatására az alsó lábszár felemelkedik. Az Achilles-ínra mért ütés a lábfej behajlását eredményezi.

I. A szaktanár irányításával beszéljétek meg a tapasztaltakat!

## 19. A vércukorszint vizsgálata

### Témakör:

Az ember öfenntartó működése

**Cél meghatározása:** A tanulók legyenek tisztában a vércukorszint szabályozásával, valamint az egyes szénhidrátok vércukorszint emelő képességével.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, csoportos kísérlet (3-4 fő), csoportos adatrögzítés, megbeszélés

**Fogalmak:** glikémiás index

### Ütemezés:

— bevezetés, szaktanári magyarázat	5 perc
— feladat ismertetése	5 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— mikroszkópi megfigyelés	50 perc
— kiértékelése	10 perc
— feladatok megoldása	5 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	5 perc

### Értékelés, feladatok:

szöveges értékelés csoportonként, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé

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.



**25. ábra Vércukorszintmérő**

### **Munka és balesetvédelem:**

A tanulókat figyelmeztessük a szükséges védőfelszerelések kötelező használatára. Tájékoztassuk őket a fertőzésveszélyre. A tanulók ne érintkezzenek egymás vérével

- 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 ujjszűrővel 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 zabpehelyt 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.



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

**Magyarázat:**

A vércukorszintmérő a vér glükóz szintjének gyors és pontos meghatározására szolgáló készülék. Az éhgyomorra mért vércukorszint 3,5-6,1 mmol/L tartományban normális. A szénhidrátforrások összetételük függvényében időben eltérő módon képesek emelni a vércukorszintet. A szőlőcukor egyszerű szénhidrát, emésztést nem igényel, fogyasztást követően nagyon gyorsan felszívódik és gyorsan emeli a vércukorszintet.

A keményítő összetett szénhidrát, glükóz egységekből épül fel. A keményítő emésztést igényel, mégis gyorsan képes emelni a vércukorszintet annak köszönhetően, hogy nincsenek felszívódást lassító egyéb összetevői, mint pl. rostanyagok.

A zabpehely egy összetett szénhidrátforrás, jelentős mennyiségű rostanyag tartalommal, melynek hatására a vércukorszintet lassan és egyenletesen képes emelni.

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

*szőlőcukor fogyasztást követően a vércukorszint gyorsan emelkedik, elér egy maximum értéket, majd gyorsan csökken és a kiindulási állapot alá is tolhatja a vércukorszintet. Ez annak köszönhető, hogy egyszerű szénhidrát és gyorsan felszívódik.*

*keményítő fogyasztását követően a vércukorszint ismét gyorsan emelkedik, elér egy maximum értéket, majd gyorsan csökken. A keményítő emésztését és felszívódását nem késleltetik rostanyagok ezért gyorsan emeli a vércukorszintet.*



*A zabpehely fogyasztást követően, lassan és egyenletesen emeli a vércukorszintet köszönhetően a benne található sok rostanyagnak. Nem találkozunk hirtelen kiugró maximummal, helyette inkább egy platós csúcsot látunk.*

## 20. Légzési térfogat mérése spirométerrel

### **Témakör:**

Az ember öfenntartó működése

**Cél meghatározása:** A tanulók legyenek tisztában a légutak felépítésével és spirométer által mért paraméterekkel.

**Módszerek és tevékenységek:** frontális osztálymunka, csoportos kísérlet (3-4 fő), csoportos adatrögzítés, megbeszélés

**Fogalmak:** légzési perctérfogat, vitálkapacitás

### **Ütemezés:**

— bevezetés, szaktanári magyarázat	10 perc
— feladat ismertetése	10 perc
— munka és balesetvédelem	5 perc
— kiadott eszközök ellenőrzése	5 perc
— mikroszkópi megfigyelés	30 perc
— kiértékelése	10 perc
— feladatok megoldása	10 perc
— eszközök elpakolása, ellenőrzése	10 perc

### **Értékelés, feladatok:**

szöveges értékelés csoportonként, hibák megbeszélése, szorgalmi feladatként esszé

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  $8 \text{ dm}^3$  levegő cserélődik ki tüdőnkben. Ez a **légzési perctérfogat**. A normál belégzést követő erőltetett kilégzéssel a **vitálkapacitást** mérhetjük.



**27. ábra Spirométer**

### **Munka és balesetvédelem:**

A tanulók a kísérlet során nem használhatnak vegyszereket. Figyelmeztessük őket a fertőzésveszély elkerülésére. Minden tanuló külön mérőfejet használjon, egymás után ne használják ugyan azt.

### **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 lélegzés 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.

### **Magyarázat:**

A gyakorlat során a tanulók a vitálkapacitást mérik. Ez egy erőltetett belégzést követő erőltetett kilégzés, majd egy újabb erőltetett belégzés. A vitálkapacitás nagyban függ az egyén nemétől, korától, magasságától, edzettségi szintjétől. Edzett személyeknek magasabb a vitálkapacitásuk. Általánosságban elmondhatjuk, hogy a férfiak vitálkapacitása átlag 4800ml, a nőké 4200ml.

- I. Hasonlítsátok össze a vizsgált személyek vitálkapacitását!

*Ahhoz, hogy az értékeket megfelelően össze tudjuk hasonlítani érdemes férfit és női vizsgálati személyt, valamint edzett és nem edzett személyt, alacsony, magas személyt választani. Általánosságban elmondható, hogy a férfiak vitálkapacitása nagyobb a nőknél, a nagyobb testmagasságúak vitálkapacitása magasabb az alacsonyabbaknál, az edzett személyek vitálkapacitása magasabb a nem edzett személyeknél.*

- II. Sorold fel a légutak szakaszait!

*Felső légutak:*

*orrüreg → garat → gége*

*Alsó légutak:*

*légcső → főhörgők → tüdő*

## 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 dm<sup>3</sup>

### **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  $\alpha$ -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>

2. gyakorlat

<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-életmod/az-egeszseges-életmod/szenhidratok-feherjek-zsirok/a-feherjek-es-az-aminosavak>

4. gyakorlat

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-evfolyam/a-feherjek/a-feherjek-felepítése>

5. gyakorlat

<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>

7. gyakorlat

<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-valtozatosság/a-meiozis>

9. gyakorlat

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-evfolyam/az-agy-es-a-gerincvelő/az-idegrendszer-felepítése>

10. gyakorlat

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-8-evfolyam/az-életmuködesek-szabályozása/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-felepítése>

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 (14. oldal)

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

3. ábra A hemoglobin fehérje (19. 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 (22. 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 (25. oldal)

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

6. ábra A kicsapódott DNS (27. oldal)

[http://biology.clc.uc.edu/fankhauser/Labs/Genetics/DNA\\_Isolation/dna\\_isolation\\_jpg/20\\_DNA\\_clump\\_P1082649.JPG](http://biology.clc.uc.edu/fankhauser/Labs/Genetics/DNA_Isolation/dna_isolation_jpg/20_DNA_clump_P1082649.JPG)

7. ábra Metilénkék (27. oldal)

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9f/Methylene\\_blue.svg/640px-Methylene\\_blue.svg.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9f/Methylene_blue.svg/640px-Methylene_blue.svg.png)

8. ábra VRK lemezre felvitt pigmentkivonat cseppek (30. oldal)

[http://www.expertsmind.com/CMSImages/598\\_sample%20loading%20sport.png](http://www.expertsmind.com/CMSImages/598_sample%20loading%20sport.png)

9. ábra A VRK lemezen szétvált pigmentek (31. oldal)

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d4/Chromatography\\_of\\_chlorophyll\\_-\\_Step\\_7.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d4/Chromatography_of_chlorophyll_-_Step_7.jpg)

10. ábra Mitotikusan osztódó sejt (33. oldal)

[http://4.bp.blogspot.com/-Djs\\_1kDCjHc/UC2Ra3m6OII/AAAAAAAAAO\\_U/hcQcN-Bmu3w/s1600/telophase\\_3D.png](http://4.bp.blogspot.com/-Djs_1kDCjHc/UC2Ra3m6OII/AAAAAAAAAO_U/hcQcN-Bmu3w/s1600/telophase_3D.png)

11. ábra Meiotikusan osztódó sejt (35. oldal)

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

12. ábra Meiotikusan osztódó sejt (36. oldal)

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



13. ábra Az idegrendszer (39. oldal)

[http://www.3dscience.com/img/Products/3D\\_Models/Human\\_Anatomy/Male\\_System/Male\\_Nervous\\_3.0/supporting\\_images/Male-Nervous-System-ref01.jpg](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 (42. oldal)

<http://www.buzzle.com/images/diagrams/human-body/endocrine-glands.jpg>

15. ábra A nyálmirigyek (45. oldal)

[http://dental.buffalo.edu/portals/25/Images/content/salivary\\_research.jpg](http://dental.buffalo.edu/portals/25/Images/content/salivary_research.jpg)

16. ábra A gyomor (49. oldal)

<http://cdn.newhopemedicalcenter.com/wp-content/uploads/2012/06/stomach.jpg?883bcf>

17. ábra A vese (52. oldal)

<http://www.fallingpixel.com/products/33584/mains/0000-KidneyHQ.3.jpg>

18. ábra Az EKG elektródák elvezetési pontjai (55. oldal)

<http://www.sci.utah.edu/~macleod/bioen/be6000/labnotes/ecg/figures/limbleads.jpg>

19. ábra Az EKG görbe csúcsai (57. oldal)

<http://almostadoctor.co.uk/sites/all/files/image/Systems/cardiovascular/ECG's/basic%20ECG.PNG>

20. ábra Felkaros automata vérnyomásmérő (59. oldal)

<http://www.davidgregory.org/images/omron-m6-blood-pressure-mon.gif>

21. ábra A vérnyomásmérő mandzsettájának felhelyezése (60. oldal)

[http://www.health.harvard.edu/newsletter/images/W0809a\\_web02a-3.jpg](http://www.health.harvard.edu/newsletter/images/W0809a_web02a-3.jpg)

22. ábra A szem részei (62. oldal)

<http://www.mikof.md/en/img/pic-anatomy-of-eye-1-en.jpg>

23. ábra Az emberi szív (65. oldal)

[http://fitcommerce.image.s3.amazonaws.com/proprioceptive\\_3.jpg](http://fitcommerce.image.s3.amazonaws.com/proprioceptive_3.jpg)

24. ábra Alapvető reflexünk a tűz elkerülése (68. oldal)

<http://www.thescienceemporium.com/images/cardiac%20tissue.gif>

25. ábra Vércukorszintmérő (70. oldal)

[http://www.wellango.com/out/pictures/generated/product/1/800\\_750\\_75/sol\\_w\\_eobzhea221mol\\_pic1\\_1.jpg](http://www.wellango.com/out/pictures/generated/product/1/800_750_75/sol_w_eobzhea221mol_pic1_1.jpg)

26. ábra A tesztcsíkra felvitt vércsepp mennyisége kb. gombostűfejnyi legyen (72. oldal)

[http://www.wellango.com/out/pictures/generated/product/1/800\\_750\\_75/sol\\_w\\_eobzhea221mol\\_pic1\\_1.jpg](http://www.wellango.com/out/pictures/generated/product/1/800_750_75/sol_w_eobzhea221mol_pic1_1.jpg)

27. ábra Spirométer (74. oldal)

[http://img.medicaexpo.com/images\\_me/photo-g/desktop-spirometers-67760-95975.jpg](http://img.medicaexpo.com/images_me/photo-g/desktop-spirometers-67760-95975.jpg)