

Kutatásalapú tanulást segítő biológia gyakorlatok 10. évfolyam számára



Tanári kézikönyv

Dr. Nyisztor Zsolt

Impresszum

Szerző: Dr. Nyisztor Zsolt

Lektorálta: Dénes Eszter

Felelős kiadó: Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma

Cím: 7621 Pécs Széchenyi tér 11.

e-mail: crnl@crnl.hu

telefon: 06 72 312-888

Nyelvi lektor: Dr. Molnár Mária

2025, Pécs

ISBN 978-615-82845-0-9

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	7
1.1	Az IBL-módszer elméleti alapjai	7
2.	A diffúzió és a fajlagos felszín összefüggéseinek vizsgálata	10
2.1	Bevezetés.....	10
2.2	Tanári feladatok.....	11
2.2.1	Problémafelvetés	11
2.2.2	A szükséges anyagok, eszközök	11
2.2.3	Balesetvédelem.....	11
2.2.4	Összegzés, értékelés	12
2.3	Tanulói feladatlap.....	13
2.3.1	Alapvetések	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
2.3.2	A kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
2.3.3	A kísérlet megtervezése.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
2.3.4	A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
2.3.5	A tapasztalatok magyarázata	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
2.3.6	Összefüggések keresése, értelmezése.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
2.3.7	Értékelés	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
2.3.8	Kitekintés, további lehetőségek.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
2.4	Megoldások, magyarázatok.....	17
2.4.1	Alapvetések	17
2.4.2	A kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása	17
2.4.3	A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése	18
2.4.4	A tapasztalatok magyarázata	19
2.4.5	Összefüggések keresése, értelmezése.....	19
2.4.6	Értékelés	19
2.4.7	Kitekintés, további lehetőségek.....	20
2.4.8	Források:.....	20
3.	Az ozmózis vizsgálata cukoroldatok segítségével	21
3.1	Bevezetés.....	21
3.2	Tanári feladatok.....	22
3.2.1	Problémafelvetés	22
3.2.2	A szükséges anyagok, eszközök	22
3.2.3	Balesetvédelem.....	22

3.2.4	Összegzés, értékelés	23
3.3	Tanulói feladatlap.....	24
3.3.1	Alapvetések	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
3.3.2	A kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
3.3.3	A kísérlet megtervezése.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
3.3.4	A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
3.3.5	A tapasztalatok magyarázata	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
3.3.6	Összefüggések keresése, értelmezése.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
3.3.7	Értékelés	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
3.3.8	Kitekintés, további lehetőségek.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
3.4	Megoldások, magyarázatok.....	29
3.4.1	Alapvetések	29
3.4.2	A kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása	29
3.4.3	A kísérlet megtervezése.....	30
3.4.4	A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése	30
3.4.5	A tapasztalatok magyarázata	31
3.4.6	Összefüggések keresése, értelmezése.....	32
3.4.7	Összefüggések keresése, értelmezése.....	32
3.4.8	Értékelés	33
3.4.9	Kitekintés, további lehetőségek.....	33
3.5	Források.....	34
4.	Terepi növényhatározás klasszikus és modern eszközök segítségével lakott környezetben.....	35
4.1	Tanári feladatok.....	35
4.1.1	Problémafelvetés	35
4.1.2	Eszközök.....	35
4.1.3	Környezet- és balesetvédelem	36
4.1.4	Összegzés és értékelés.....	36
4.2	Tanulói feladatlap.....	37
4.2.1	Alapvetések	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
4.2.2	A kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
4.2.3	A kísérlet megtervezése.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
4.2.4	A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
4.2.5	Növényfajok meghatározása az alábbi táblázat szerint:	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
4.2.6	A tapasztalatok magyarázata	Hiba! A könyvjelző nem létezik.

4.2.7	Összefüggések keresése, értelmezése.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
4.2.8	Értékelés	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
4.2.9	Kitekintés, további lehetőségek.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
4.3	Megoldások, magyarázatok.....	40
4.3.1	Alapvetések, változók meghatározása	40
4.3.2	A kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása	40
4.3.3	A kísérlet megtervezése.....	40
4.3.4	A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése	41
4.3.5	Növényfajok listája:.....	42
4.3.6	A tapasztalatok magyarázata	42
4.3.7	Összefüggések keresése, értelmezése.....	42
4.3.8	Értékelés	43
4.3.9	Kitekintés, további lehetőségek.....	43
4.4	Források.....	44
5.	Növénytársulások terepi határozása klasszikus és modern módszerekkel	45
5.1	Tanári feladatok.....	45
5.1.1	Problémafelvetés	45
5.1.2	Eszközök.....	45
5.1.3	Környezet- és balesetvédelem	46
5.1.4	Összegzés és értékelés	46
5.2	Tanulói feladatlap.....	47
5.2.1	Alapvetések	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
5.2.2	Kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
5.2.3	A kísérlet megtervezése.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
5.2.4	A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
	Növénytársulások meghatározása az alábbi táblázat szerint:.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
5.2.5	A tapasztalatok magyarázata	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
5.2.6	Összefüggések keresése, értelmezése.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
5.2.7	Értékelés	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
5.2.8	Kitekintés, további lehetőségek.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
5.3	Megoldások, magyarázatok.....	51
5.3.1	Alapvetések, változók meghatározása	51
5.3.2	Kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása	51
5.3.3	A kísérlet megtervezése.....	51

5.3.4	A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése	53
	Növényfajok listája:	53
5.3.5	A tapasztalatok magyarázata	54
5.3.6	Összefüggések keresése, értelmezése	54
5.3.7	Értékelés	54
5.3.8	Kitekintés, további lehetőségek	54
5.4	Források	55
6.	Az amiláz enzim keményítőbontó hatásának vizsgálata	56
6.1	Tanári feladatok	56
6.1.1	Problémafelvetés	56
6.1.2	Szükséges anyagok, eszközök, módszerek	56
6.1.3	Balesetvédelem	56
6.1.4	Összegzés, értékelés	57
6.2	Tanulói feladatlap	58
6.2.1	Alapvetések	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
6.2.2	A kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
6.2.3	A kísérlet megtervezése	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
6.2.4	A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
6.2.5	Rajz készítése: Készíts rajzot a kémcsövek reakcióinak színváltozásáról!	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
6.2.6	A tapasztalatok magyarázata	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
6.2.7	Összefüggések keresése, értelmezése	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
6.2.8	Értékelés	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
6.2.9	Kitekintés, további lehetőségek	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
6.3	Megoldások és magyarázatok a tanulói feladatlap kérdéseire	62
6.3.1	Alapvetések	62
6.3.2	Kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása	62
6.3.3	A módszerek alkalmazásának módja:	62
6.3.4	A kísérlet megtervezése	63
6.3.5	A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése	63
6.3.6	Rajz készítése:	64
6.3.7	Változások jellemzése, rajz értelmezése	64
6.3.8	A tapasztalatok magyarázata	64
6.3.9	Összefüggések keresése, értelmezése	65
6.3.10	Értékelés	65

6.3.11	Kitekintés, további lehetőségek.....	65
6.3.12	Források.....	66

1. Bevezetés

Kedves Kollégák!

Az elmúlt 25 évben tehetséggondozásban eltöltött idő alatt egyértelműen kikristályosodott bennem, hogy a tanórákhoz kapcsolódó gyakorlatok, laboratórium és terepgyakorlatok igen nagymértékben segítik a tudás elsajátítását, annak mélyebb megértését. Emellett nagyon fontos az a motivációs tényező, amely így segíti a diákokat nehezebben befogadható, kevésbé élményszerű tananyagrészek elsajátításában is. Az IBL lényege, hogy a tanulók nem pusztán ismereteket vesznek át, hanem aktívan részt vesznek a tudás előállításában kutatási tevékenységeik révén. Ez a megközelítés a tanulókat kutatóvá teszi, a tanárt pedig a facilitátor szerepbe helyezi (Spronken-Smith et al., 2007; Nagy, 2010).

Ezen munka során találkoztam a kutatásalapú tanulás, tanítás (Inquiry Based Learning – IBL) módszerével. Öt éve foglalkozom ezzel a módszerrel, és úgy gondolom, a hagyományos gyakorlatokhoz képest mélyebb megértést, több motivációt és alaposabb tudást biztosít a diákok számára. Kétségtelen azonban, hogy tanári oldalról is nagyobb felkészültséget, több feladatot jelent, és több munkát kíván a pedagógustól. Ebben a folyamatban megszerzett tapasztalataimat szeretném az alábbi tanári kézikönyvben összefoglalni. A könyvben szereplő gyakorlatokat egy külön munkafüzetbe is összerendeztem azért, hogy a diákoknak kiadható formában is segítse a kollégák munkáját.

1.1 Az IBL-módszer elméleti alapjai

Az **IBL** a tanulás azon formája, ahol a diákok kutatási kérdéseket fogalmaznak meg, hipotéziseket alkotnak, adatokat gyűjtenek, majd azokat értelmezik és levonják következtetéseiket. Ez a folyamat a tudományos gondolkodás alapelemeire épül (megfigyelés, kísérlet, elemzés, értékelés) (Spronken-Smith et al., 2007; Nagy, 2010).

Spronken-Smith és munkatársai (2007) szerint az IBL négy alapelven nyugszik:

- kérdésekre vagy problémákra épülő tanulás,
- aktív részvétel és önszabályozás,
- a tanár, mint segítő, szervező és inspiráló feladata,
- új tudás konstruálása a tanulók saját tapasztalatain keresztül.^[1]

Az IBL három fokozatát különböztetjük meg:

1. **Strukturált kutatás** – a tanár adja meg a problémát és az eszközöket, de a megoldást a tanulók dolgozzák ki.
2. **Irányított kutatás** – a tanár csupán a problémát jelöli ki, az eljárás megtervezése már a tanulók feladata.
- **Nyitott kutatás** – a diákok önállóan fogalmazzák meg a kutatási kérdést és végzik el a vizsgálatot.
(Spronken-Smith et al., 2007; Nagy, 2010)

Jelen munka során **irányított kutatási** feladatokat gyűjtöttem össze azzal a céllal, hogy segítsen elindítani az IBL típusú tanári és diák munkát. Az egyes fejezetek az alábbi módon épülnek fel: először egy rövid elméleti bevezető összefoglalja a téma fontosságát és alapvető kérdéseit, ezt követően a tanári feladatok kerülnek részletezésre, majd egy a diákoknak szóló gyakorlati feladatlap található, ezután a feladatok megoldása, végül pedig az irodalomjegyzék.

A sikeres IBL-óra megvalósításához a tanárnak képesnek kell lennie:

- nyitott kérdéseket feltenni és időt adni a gondolkodásra,
- támogató tanulási környezetet kialakítani,
- a tanulói hibákat építő jellegűen kezelni,
- differenciáltan segíteni a különböző képességszintű diákokat (Nagy, 2010).

Az irányított kutatások feladatai az alábbi módon épülnek fel:

Tanár feladatai: Probléma felvetése, kijelölése. A szükséges anyagok, eszközök biztosítása, balesetvédelem. A feladat összegzésének értékelése, esetleges javítása.

Tanulók feladatai: Az eljárások összegyűjtése, a munka menetének, ütemtervének a kidolgozása. A kísérleti tapasztalatok dokumentálása, magyarázata, összefüggések értelmezése, értékelés, továbblépés kijelölése.

A tanári feladatok itt különböznek a strukturált kutatástól. A tanárnak több a facilitátor szerepe, sokkal inkább a folyamatok irányítására helyeződik a hangsúly, a megvalósításban pedig a diákok kapnak nagyobb szerepet. A munkához, a tanításhoz és a közös felfedezés öröméhez jó munkát kívánok!

Források

Nagy, L. (2010). A kutatásalapú tanulás/tanítás (inquiry-based learning) elméleti és gyakorlati alapjai. [Elektronikus dokumentum]. https://www.pedocs.de/volltexte/2013/7121/pdf/Nagy_2010_IBL.pdf

Spronken-Smith, R., Walker, R., Batchelor, J., O'Steen, B., & Angelo, T. (2007). How does inquiry-based learning contribute to student learning outcomes? *European Journal of Education*, 42(2), 223–234. <https://doi.org/10.1111/j.1465-3435.2007.00294.x>

2. A diffúzió és a fajlagos felszín összefüggéseinek vizsgálata

2.1 Bevezetés

A diffúzió szerepe az élővilágban

A diffúzió jelensége a biológia egyik alapvető fogalma, amely számos területen nélkülözhetetlen a folyamatok és rendszerek megértéséhez (Schavemaker et al., 2018). A diffúzió során a részecskék spontán módon, koncentrációkülönbség hatására áramlanak a nagyobb koncentrációjú helyről az alacsonyabb koncentrációjú hely felé, külön energiafelhasználás nélkül (Mereghetti, 2011). Ez a folyamat az élő szervezetek számára kulcsfontosságú mind az anyagforgalom, mind az információátadás terén, és alapvető szerepet játszik a sejtfunkciók fenntartásában, a gázcsere, a tápanyagfelvétel és a salakanyagok eltávolítása során (Khan Academy, 2025). A diffúzió jelentősége elsőként a növénytanban mutatkozik meg, ahol a gázcsere – például CO_2 és O_2 , valamint vízgőz – diffúzióval történik a levél sztómaín keresztül, ami elengedhetetlen a fotoszintézis és a légzés folyamataihoz ([Study.com](https://www.study.com), 2014).

Az állattan területén a légzőrendszer működése, például az alveolusokban zajló gázcsere és a kapillárisokban történő anyagcsere is diffúzióra épül (Sciencing, 2022). A biokémia szempontjából a sejtek közötti ionok, cukrok, aminosavak és metabolitok mozgása szintén diffúzióval történik, ami meghatározza az egyes sejtek életfolyamatait, működését és alkalmazkodóképességét (Schavemaker et al., 2018). Az embertanban – főként az élettani, orvosi területen – a diffúziós folyamatok nélkülözhetetlenek például az idegsejtek közötti kommunikációban, a vér és szövetek közti gázcserében, valamint a gyógyszerek felszívódásában és eloszlásában, amelyek közvetlenül befolyásolják az ember egészségét (Mereghetti, 2011).

Összességében a diffúzió az élővilág minden szintjén megjelenik: meghatározza a sejt szintű anyagforgalmat, a szövetek működését, a szervek koordinációját és a szervezet egészét. Az egyszerű molekuláris diffúziótól kezdve a bonyolultabb, membránokon keresztül zajló folyamatokig az egész biológia tananyagrendszere épít erre az alappillérre. Példáival a növénytan, az állattan, a biokémia és az egészségtan egyaránt demonstrálja, hogy a diffúzió alapos megértése nélkül a biológiai rendszerek működése nem lenne megfelelően értelmezhető (Britannica, 2025; Khan Academy, 2025).

2.2 Tanári feladatok

2.2.1 Problémafelvetés

A gyakorlat célja, hogy a tanulók önállóan vizsgálják meg, milyen összefüggés van a diffúzió sebessége és a vizsgált test fajlagos felszíne (felület-térfogat arány) között. A diákok különböző méretű és alakú agaróz kockákat, hasábokat készítenek, és megfigyelik, hogy savas közegben a térfogat-felület függvényében mennyire gyorsan diffundál a sósav, és mennyi idő alatt történik meg a színváltozás a fenolftalein indikátorral átitatott agaróz kockákban a sósav hatására. A tanár facilitátorként segíti a csoportmunkát, kérdésekkel és ötletekkel támogatja a tanulók hipotéziseit, mérési módszereit, de a konkrét megoldásokat, értelmezéseket a diákok dolgozzák ki.

2.2.2 A szükséges anyagok, eszközök

- 1 cm vastag 5%-os agaróz lap, fenolftalein indikátorral átitatva
- 20%-os sósav
- főzőpohár
- szike
- csipesz
- stopper
- vonalzó
- hideg (4°C) és meleg (30°C) víz

2.2.3 Balesetvédelem

- Használat előtt ellenőrizni kell az eszközök tisztaságát, épségét.
- Kizárólag laboratóriumban végezhető a sósav és a fenolftalein használata, védőkesztyű, köpeny és védőszemüveg kötelező.
- A sósav maró hatású, ezért különös figyelemmel kell bánni vele, a bőrrel való érintkezést kerülni kell.
- Az agaróz lapot szikével óvatosan, gumi bonclapon vagy tálcán szabad vágni. A szikével való munka során legyünk óvatosak.
- Probléma, baleset esetén a tanárt azonnal értesíteni kell a történetekről.

2.2.4 Összegzés, értékelés

- A tanár az óra végén segít a tapasztalatok összegzésében: csoportosan megvitatja, mennyiben igazolták a diákok a hipotéziseiket, milyen összefüggéseket találtak a fajlagos felszín és diffúzió sebessége között.
- Kiemeli a jó hipotéziseket, a pontos mérési ötleteket, közösen értelmezik az eredményeket.
- A precíz rajzokat és a megfelelő számításokat a vállalkozó kedvű diákokkal bemutatattja a többiek számára.
- Segíti a diákokat abban, hogy az eredményeket biológiai példákkal kapcsolják össze (pl. miként hat a sejtek mérete és alakja anyagcseréjükre).
- Feltárja a tanulók saját ötleteit, kiegészítéseit és a gyakorlati tapasztalatokból levont tanulságokat.
- Bátorít arra, hogy a diákok tervezzenek saját, továbbfejlesztett, alternatív kutatási módszereket, ezekből rövid ötletbörzét tart.

2.3 Tanulói feladatlap

A diffúzió és a fajlagos felszín összefüggéseinek vizsgálata

2.4 Tanulói feladatlap

A gyakorlat tervezése során légy konstruktív, figyelj a megfogalmazott kérdésre, problémafelvetésre, ehhez keress megfelelő megoldást! Igyekezz pontosan mérni, vizsgálni, a kapott adatokat precízen rögzítsd! Készíts pontos feljegyzéseket, rajzokat vagy fotókat! Keresd az ok-okozati összefüggéseket!

2.4.1 Alapvetések

- Melyek a kísérlet függő változói?

.....

- Melyek a kísérlet független változói?

.....

- Mely rögzített változókat tartod állandó értéken a vizsgálat minden mintájánál?

.....

2.4.2 A kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása

- Hogyan tervezed elvégezni a diffúziós kísérletet? (Milyen módszereket szeretnél alkalmazni? Milyen sorrendet szeretnél felállítani?)

.....

- Hogyan méred vagy számolod ki a fajlagos felszínt?

.....

2.4.3 A kísérlet megtervezése

A feladatok időrendje a vizsgálat során.

Töltsd ki az egyes lépések nevét, és igyekezz reálisan megbecsülni a feladat elvégzéséhez szükséges időt!
Amennyiben szükséges, a végén korrigáld a táblázatot a valóságnak megfelelően!

Feladat	Időtartam (perc)

2.4.4 A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése

- Milyen különbségeket figyeltél meg a diffúzió sebességében a különböző minták között?
.....
- Mi jellemezte a diffúzió és a fajlagos felszín kapcsolatát?
.....
- Rajzold le, hogyan terjed szét a vizsgált anyag a különféle formájú testekben!
.....
- Milyen további tényezők befolyásolhatták a diffúziót?
.....
- Hasonlítsd össze a mért eredményeket az elméleti várakozásokkal!
.....

2.4.5 A tapasztalatok magyarázata

- Fejtsd ki, miért változott a diffúzió a különböző fajlagos felszínű minták között!
.....

- Hogyan hatott a hőmérséklet vagy az oldószer típusa a diffúziós folyamatra?
.....
- Miért fontos a diffúzió és a felület/térfogat arány az élő szervezetek működésében?
.....

2.4.6 Összefüggések keresése, értelmezése

- Mi az összefüggés a felület-térfogat arány és a diffúzió hatékonysága között?
.....
- Hogyan jelenik meg ez az arány a különféle sejtek vagy élőlények esetében?
.....
- Milyen kémiai vagy biológiai törvényszerűségeket tudsz alkalmazni a diffúzió leírására?
.....
- Milyen további körülmények (pl. koncentrációkülönbség, részecskeméret) befolyásolhatják a diffúziót?
.....
- Milyen ötleteid vannak arra, hogyan lehetne tovább vizsgálni ezt a jelenséget?
.....

2.4.7 Értékelés

- Mi volt számodra a legérdekesebb tapasztalat a kísérlet során?
.....
- Milyen nehézségekkel találtad szemben magad a kísérlet elvégzése közben?
.....
- Miben fejlődött a biológiai gondolkodásod, illetve a kísérlettervezési készséged?
.....

2.4.8 Kitekintés, további lehetőségek

- Milyen további kutatási tervet tudnál készíteni a diffúzió témakörére építve?

.....

- Tervezd meg egy hasonló elven működő új gyakorlat lépéseit röviden!

.....

- Próbálj ökológiai jellegű vizsgálatot tervezni a fajlagos felszín jelenségével kapcsolatban!

.....

2.5 Megoldások, magyarázatok

2.5.1 Alapvetések

- A kísérlet függő változói a diffúzió sebessége (amely a színváltozás kezdetétől a teljes agaróz kockában való színváltásig eltelt idő), illetve az az idő, amennyi alatt a színváltozás teljes lesz az adott testben.
- A kísérlet független változói: az agaróz kockák formája (pl. kocka, hasáb), mérete, illetve a kísérlet során alkalmazott víz hőmérséklete (hideg 4°C, meleg 30°C).
- Rögzített változók: az agaróz koncentrációja, a fenolftalein indikátor koncentrációja, a sósav koncentrációja (20%), a mérési protokoll (mérés módja, időközök), eszközök típusa.

A kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása

- A fenolftaleinnel átitatott agaróz kockákat úgy készítjük el, hogy a változás jól mérhető legyen. Az élek hossza két kocka esetén legalább kétszeres legyen, de ideális lehet a 3-4x élhosszkülönbség. Ezután az éleiket pontosan megmérjük. Ezeket sósavat tartalmazó főzőpohárba helyezzük, majd mindegyiket egy nagyobb főzőpohárba állítjuk, melynek vizét (hideg/meleg) az adott kísérleti változathoz igazítjuk. A színváltozás kezdetét és végét stopperrel rögzítjük. Az időtartamot és a színváltozás terjedését minden mintánál feljegyezzük.
- Az agaróz kockák éleinek lemérésével kiszámítjuk a felszínt és a térfogatot, majd a felszínt elosztjuk a térfogattal, így kapjuk meg a fajlagos felszínt.

A kísérlet megtervezése

Feladat	Időtartam (perc)
Agaróz kockák előkészítése, mérés	10
Kockák sósavas főzőpohárba helyezése	3
Kísérlet indítása stopperórával	2
Színváltozás megfigyelése, idő mérése	10
Eredmények rögzítése (minden mintánál)	5
Felszín/térfogat kiszámítása, összehasonlítás	5
Kísérlet dokumentálása, rajz/fotó készítése	5
Tapasztalatok összegzése	10

2.5.2 A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése

- A különböző méretű agaróz kockákban a színváltozás kezdete után jelentős eltérések mutathatók ki a diffúzió sebességében: a kisebb, nagyobb fajlagos felszínnel rendelkező mintákban gyorsabban lezajlott az egész kockán a színváltozás, míg a nagyobb térfogatú, kisebb fajlagos felszínű agarózban lassabb volt a folyamat.
- A bemért felszín-térfogat arány szoros összefüggést mutatott a diffúzió gyorsaságával: minél nagyobb volt a fajlagos felszín, annál rövidebb idő alatt következett be a színváltozás a teljes mintában. Ez a biológiában azt jelzi, hogy minél nagyobb egy élőlény sejtjeinek felület-térfogat aránya, annál hatékonyabban tud anyagokat felvenni és leadni.
- A folyamat rajzán színes, gyorsan terjedő sávok jelennek meg a kisebb kockákban, míg a nagyobbaknál a színváltozás lassan, koncentrikus zónákban halad.
- Befolyásoló tényező volt a víz hőmérséklete: meleg vízben a diffúzió jelentősen felgyorsult, ahogy a részecskék mozgása élénkebb volt, míg hideg vízben a színváltozás lassabb volt, többszörös idővel.
- Az elméleti várakozás az volt, hogy a Fick-törvény alapján a diffúzió hatékonysága arányos a felszín-térfogat aránnyal, amit a kísérlet visszaigazolt: a nagyobb felületű, kisebb térfogatú testekben a sav gyorsabban jutott át, a színváltozás hamarabb zajlott le.

2.5.3 A tapasztalatok magyarázata

- A diffúzió eltéréseinek oka, hogy a nagyobb fajlagos felszínű agaróz kockákban több ponton érintkezik a sósav az agarózzal, ezért gyorsabb az ionok és molekulák átvándorlása.
- A hőmérséklet emelkedésével a részecskék mozgása gyorsul, ezért meleg vízben a savas színváltozás lényegesen hamarabb volt tapasztalható, míg hideg vízben lassul a folyamat, a molekulák mozgása csökken.
- Az élő szervezeteknél ezért fontos a nagy felület-térfogat arány, például a tüdő léghólyagjaiban, a bélbolyhokban vagy a növényi gyökér hajszálgököreiben, hiszen minél nagyobb a felszín, annál gyorsabb az anyagcsere, gázcsere.

2.5.4 Összefüggések keresése, értelmezése

- A felület-térfogat arány és a diffúzió hatékonysága között egyenes arányosság mutatható ki, melyet a Fick I. törvénye is leír: a diffúziós áram nagysága egyenesen arányos a felület nagyságával.
- A biológiában ez az arány sejtszinten jelenik meg: kis méretű, nagy felszínű sejtek vagy szövetek anyagforgalma kiemelkedően gyors (pl. hajszálgökök, bélbolyhok, alveolusok).
- A diffúziót a koncentrációkülönbség, a molekulaméret, a közeg viszkozitása, a hőmérséklet, illetve az anyag fizikai-kémiai tulajdonságai befolyásolják.
- Kutatási javaslatként vizsgálható például más anyagok vagy oldatok, változó hőmérséklet vagy koncentráció hatása, illetve a biológiai membránokon történő diffúzió.

2.5.5 Értékelés

- A legérdekesebb tapasztalat a színváltozás gyorsaságának és eltérő mintákban való vizuális követése, valamint a biológiai párhuzamok felismerése volt.
- Problémát okozhatott a minták precíz méretre vágása, az időmérés pontossága, illetve a homogén agaróz kockák elkészítése.

- A kísérlet hozzájárult ahhoz, hogy a biológiai rendszerek anyagforgalmát, a diffúzió jelentőségét és a sejtek alkalmazkodóképességét mélyebben megértsd.

2.5.6 Kitekintés, további lehetőségek

- Egy továbbfejlesztett kutatásban vizsgálnám különböző koncentrációjú savak diffúzióját, vagy más indikátorokat (pl. metilnarancs) is kipróbálnék.
- Új gyakorlatként lehetne aktív transzport és diffúzió összehasonlítása élő növényi sejteken, vagy akár biológiai membránmodell alkalmazása.
- Ökológiai szempontból a fajlagos felszín hatását például algák, mikroorganizmusok anyagcseréjén vagy gázcseréjén lehetne modellálni.

2.5.7 Források

- Khan Academy. (2025). Simple diffusion and passive transport. <https://www.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/facilitated-diffusion/a/diffusion-and-passive-transport>
- Mereghetti, P. (2011). Diffusion and association processes in biological systems. *Frontiers in Molecular Biosciences*, 3093674. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3093674/>
- Schavemaker, P. E., Boersma, A. J., & Poolman, B. (2018). How Important Is Protein Diffusion in Prokaryotes? *Frontiers in Molecular Biosciences*, 6243074. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6243074/>
- Study.com. (2014). Diffusion in Biology | Definition, Types & Examples - Lesson. <https://study.com/learn/lesson/diffusion-overview-types.html>
- Sciencing. (2022). Importance Of Diffusion In Organisms. <https://www.sciencing.com/importance-diffusion-organisms-20189/>
- Britannica. (2025). Diffusion | Definition & Examples. <https://www.britannica.com/science/diffusion>

3. Az ozmózis vizsgálata cukoroldatok segítségével

3.1 Bevezetés

Az ozmózis szerepe az élővilágban

Az ozmózis biológiai jelentősége komplex, középiskolai és egyetemi élettani szemlélettel vizsgálva alapvető szerepet játszik a sejtek és szövetek homeosztázisában, valamint a szervezeti anyagforgalomban. Az ozmózis az a fiziológiai folyamat, melynek során a víz féláteresztő membránokon keresztül áramlik a kisebb oldatkonzentrációjú térből a nagyobb felé, hogy kiegyenlítse a koncentrációkülönbséget (Alberts et al., 2014). A növények esetében az ozmózis kritikus szerepet tölt be a vízfelvételben a gyökerek hajszálgyökerein keresztül, ahol a talajoldatok hígabbak, mint a sejtek belső oldatai. Így a víz passzív diffúzióval jut a növényi szövetekbe, biztosítva a sejtek turgornomását, amely a növényi szövetek merevségét és a növény mechanikai stabilitását fenntartja (Taiz & Zeiger, 2010). A turgornomás csökkenése, például vízhiány esetén, a növény hervadásához vezethet, amely jól példázza az ozmózis élettani fontosságát. Az emberi szervezetben a kapillárisokban történő anyagcsere részét képezi az ozmotikus vízmozgás a vérplazma és a sejtközötti tér között. A kapilláris falán átjutó víz és oldott anyagok (pl. tápanyagok és bomlástermékek) cseréje biztosítja a sejtanyagcseréhez szükséges optimális környezet fenntartását (Kaufmann, 2022). Az ozmotikus és a hidrosztatikus nyomás kölcsönhatása szabályozza a folyadék-kiválasztódást és -felszívódást, ami létfontosságú a szervek normális működéséhez. Klinikai szempontból az ozmózis zavara szöveti ödéma kialakulásához vezethet. Az ödéma, a sejtközötti tér túlzott vízfelhalmozódása akkor alakul ki, ha a kapillárisokban megnő a hidrosztatikus nyomás vagy csökken a plazma ozmotikus nyomása, így a víz nem tud visszaszívódni a véráramba (Rang et al., 2012). Ez az állapot számos patológiás folyamat része lehet, például szív- vagy veseelégtelenség esetén, amikor a szervezetek bevitt folyadékmennyisége és a vízháztartás egyensúlya felborul. Összességében az ozmózis a növényi és az állati sejtek életének alapvető feltétele, mely biztosítja a sejtek vízháztartását, az anyagcseréhez szükséges optimális környezet kialakulását és fenntartását, miközben részt vesz a szervek közötti anyagforgalomban és a szöveti fluidumok szabályozásában (Alberts et al., 2014; Taiz & Zeiger, 2010; Kaufmann, 2022; Rang et al., 2012).

3.2 Tanári feladatok

3.2.1 Problémafelvetés

A tanulók azt vizsgálják, hogy miként hat az oldatok cukorkoncentrációja az ozmotikus vízmozgás mértékére, amit dializáló csőből készített egyforma kis zsákok segítségével tesztelnek. A különböző koncentrációjú oldatok ozmotikus ereje meghatározza a zsákok vízfelvételének mértékét, amit a zsákok tömegének változásával mérnek. A tanár facilitátorként irányítja az adatgyűjtést, az értelmezést és a hipotézisalkotást, miközben segít a folyamatok megértésében és a problémamegoldásban.

3.2.2 A szükséges anyagok, eszközök

- 5 különböző cukor (szacharóz) oldat felező hígításban: 20 m/m%, 10 m/m%, 5 m/m%, 2,5 m/m%, desztillált víz
- Féligáteresztő (szemipermeabilis) dializáló csőből egyforma, 10 cm hosszú darabok
- Mérleg a zsákok tömegének méréséhez
- Zsinór és egyéb eszközök a csövek bekötéséhez, zsákok készítéséhez
- Desztillált víz a zsákok víz alá helyezéséhez
- Alkoholos filc a zsákok megjelöléséhez
- A tanár gondoskodik az eszközök pontos előkészítéséről, azok biztonságos használatáról.

3.2.3 Balesetvédelem

- A kísérlet során ügyelni kell a dializáló cső kezelésekor a cső sérüléseinek, szakadásának elkerülésére.
- Kerülni kell az oldatok kifröccsenését, amely kellemetlen lehet, ezért védeni kell a bőrfelületet és a ruházatot.
- A mérleg használata biztonságos keretek között történjen.
- Bármilyen baleset, eszközhiba esetén a tanárt azonnal értesíteni kell.
- A kísérlet befejezése után a hulladék megfelelő gyűjtése és a munkahely rendben tartása kötelező.

3.2.4 Összegzés, értékelés

- Kiemeli és ösztönzi a jó hipotéziseket és a precíz, megalapozott mérési ötleteket, elősegítve ezzel a mélyebb megértést.
- A precíz, pontos rajzokat és a számításokat a tanár a jól felkészült tanulókkal közösen elemzi és bemutatja a csoportnak, különös hangsúlyt fektetve a részletességre és a tudományos szemléletre.
- Segíti és irányítja a tanulókat abban, hogy a kapott eredményeket életközeli, tudományos példákkal társítsák.
- Figyelemmel kíséri a tanulók saját ötleteinek és kiegészítéseinek megfogalmazását, és ezekből konstruktív tanulságokat von le a gyakorlati tapasztalatokra építve.
- Bátorítja a tanulókat arra, hogy a megszerzett ismeretek és tapasztalatok alapján tervezzenek meg saját, továbbfejlesztett vagy alternatív kutatási módszereket, és az elképzeléseiket rövid ötletbörze formájában mutassák be, így ösztönözve a kreatív és kritikai gondolkodást.

Az óra végén a tanár a tapasztalatok rendszerezésében és értelmezésében segíti a tanulókat. Megvitatják, hogy a magasabb cukorkoncentrációjú zsákok nagyobb mértékben vették fel a vizet, amit a tömeg megváltozása mutat, összhangban az ozmózis alapelveivel. A tapasztalatok értelmezése során a tanár bátorítja a diákokat az ok-okozati összefüggések felismerésére, például az ozmotikus nyomás és a víz áramlásának kapcsolatára. Kiemeli a kísérleti pontosság fontosságát és a biológiai relevanciát, például ezeknek a jelenségeknek az élő sejtek vízháztartásában betöltött szerepét. Végül ösztönzi a diákokat a további kutatási kérdések megfogalmazására, a módszerek továbbfejlesztésére.

3.3 Tanulói feladatlap

Az ozmózis vizsgálata cukoroldatok segítségével

A gyakorlat tervezése során légy konstruktív, figyelj a megfogalmazott kérdésre, probléma felvetésre ehhez keress megfelelő megoldást! Igyekezz pontosan mérni, vizsgálni, a kapott adatokat precízen rögzítsd! Készíts pontos feljegyzéseket, rajzokat vagy fotókat! Keresd az ok-okozati összefüggéseket!

3.3.1 Alapvetések

- Melyek a kísérlet függő változói?

.....

- Melyek a kísérlet független változói?

.....

- Mely rögzített változókat tartod azonosan a vizsgálat minden mintájánál?

.....

3.3.2 Kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása

- Milyen módszereket és milyen sorrendben alkalmaznál?

.....

- Milyen módon méred meg a zsákok tömegének változását, és hogyan értékelnéd az eredményeket?
(Abszolút tömeg, százalékos változás stb.)

.....

3.3.3 A kísérlet megtervezése

Feladatok elvégzésének időbeosztása

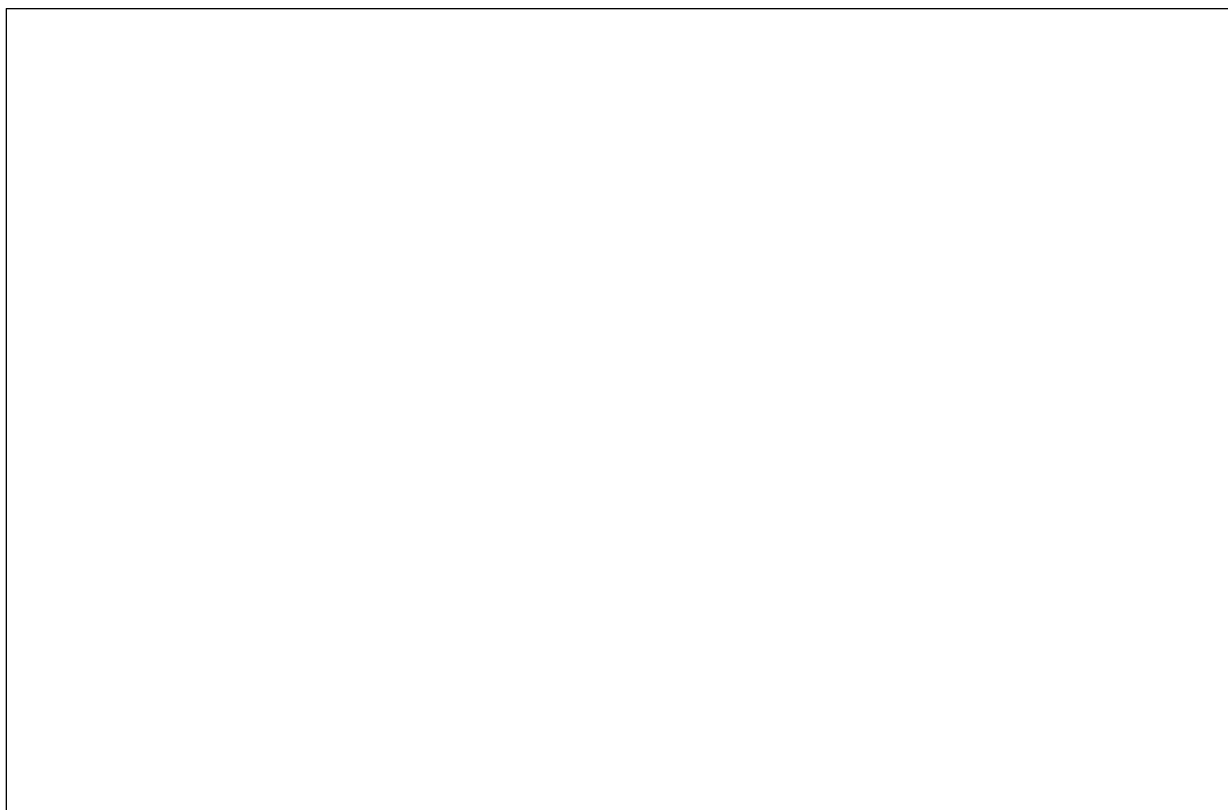
Töltsd ki az alábbi táblázatot az egyes feladatok nevével és időszükségletével (percben)!

Feladat	Időtartam (perc)

3.3.4 A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése

- Milyen összefüggést figyeltél meg a cukoroldatok koncentrációja és az ozmotikus vízfelvétel között?
.....
- Hogyan változott a zsákok tömege a különböző oldatok esetén? Milyen okai lehetnek a megfigyelt eltéréseknek?
.....

- Ábrázold a zsákok tömegváltozásának folyamatát grafikon segítségével!



- Milyen tényezők befolyásolhatják az ozmózis mértékét ebben a kísérletben?
.....
- Hogyan magyaráznád az izotóniás, hipertóniás és hipotóniás oldatok közötti különbséget az ozmózis szempontjából?
.....

3.3.5 A tapasztalatok magyarázata

- Miért változik meg a zsákok tömege az oldat koncentrációjának függvényében?
.....
- Hogyan hat az ozmotikus nyomás a sejtek vízháztartására?
.....
- Milyen biológiai jelentősége van az ozmózisnak a szervezet anyagcseréjében és vízháztartásában?
.....

3.3.6 Összefüggések keresése, értelmezése

- Magyarázd meg, hogyan befolyásolja az oldatok koncentrációja az ozmotikus nyomást!
.....
- Milyen kémiai és fizikai törvények alapján értelmezhető az ozmózis jelensége?
.....
- Milyen szerepet játszik az ozmózis a növények vízfelvételében és az állati szövetek ozmotikus egyensúlyában?
.....
- Milyen további kísérleteket javasolnál az ozmózis vizsgálatára?
.....
- Hogyan lehet az ozmózist a különböző orvosi vagy mezőgazdasági problémák megoldásában hasznosítani?
.....

3.3.7 Értékelés

- Milyen nehézségek adódtak a mérési folyamat során?
.....
- Mit tartasz a legfontosabb tanulságnak az ozmózis jelenségének megértésében a kísérlet kapcsán?
.....
- Hogyan segíti ez a kísérlet a biológiai és a kémiai törvények gyakorlati megértését?
.....

3.3.8 Kitekintés, további lehetőségek

- Milyen további ötleteid vannak az ozmózis területén végzendő kutatásokra?
.....

- Tervezd meg egy hasonló, de továbbfejlesztett gyakorlati feladat lépéseit!

.....

- Hogyan vizsgálnád az ozmózis hatását élő rendszerek más aspektusaira: például a növényi fotoszintézisre vagy az emberi vese működésére?

.....

3.4 Megoldások, magyarázatok

3.4.1 Alapvetések

- A függő változó ebben a kísérletben a dialízis zsákok tömegének változása, ami az ozmózis során bekövetkező vízfelvételt vagy vízvesztést jelzi.
- A független változó a cukoroldatok koncentrációja a zsákokban, amelyek különböző arányú szacharózoldatot tartalmaznak (pl. 0%, 2,5%, 5%, 10%, 20%).
- A rögzített változók közé tartozik az azonos térfogatú cukoroldat alkalmazása, a zsákok azonos mérete és anyaga, a kísérleti időtartam és a kísérlet hőmérséklete (pl. szobahőmérséklet).

3.4.2 A kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása

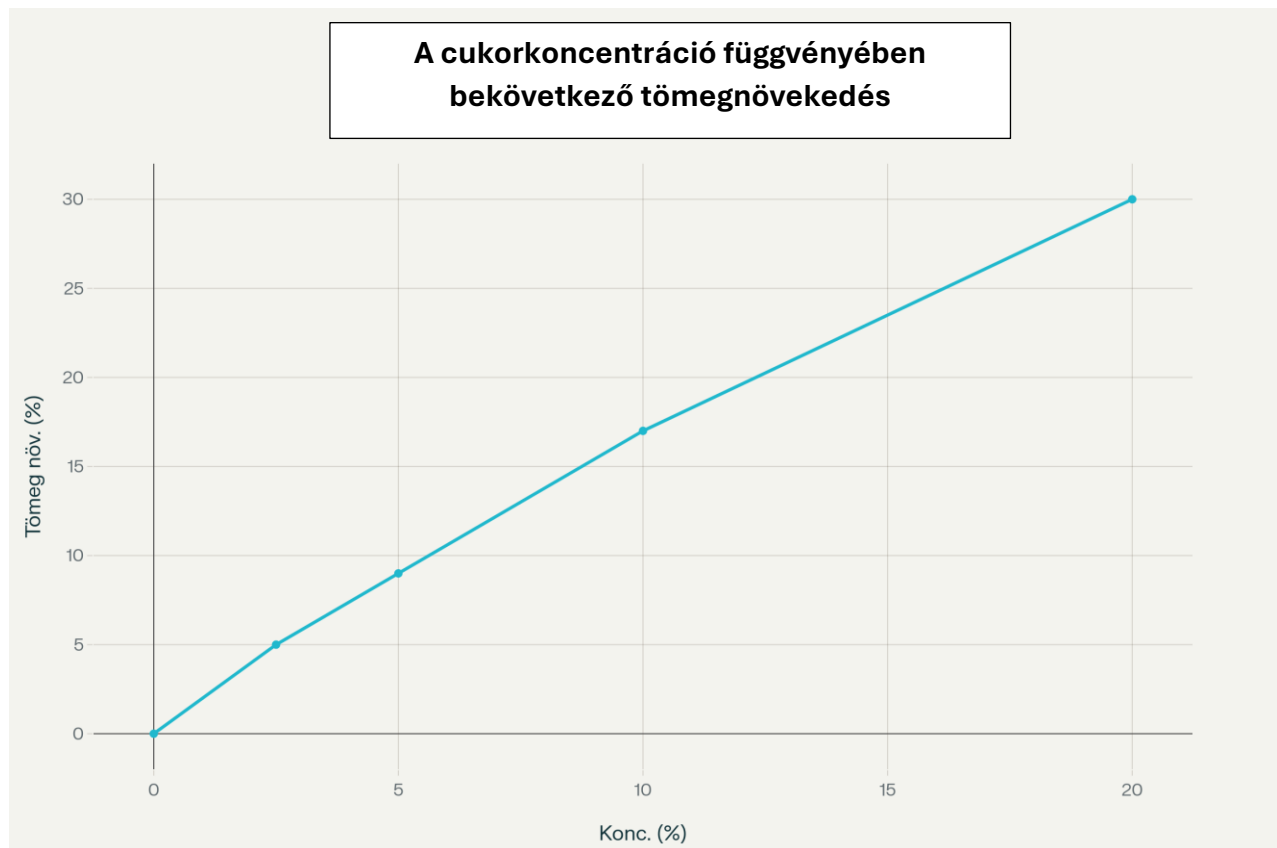
- Első lépésként egyforma méretű dialízis zsákokat készítünk a félígáteresztő csőből, melyekbe a különböző koncentrációjú cukoroldatokat tesszük. Megmérjük a zsákok kezdeti tömegét, majd egy napra desztillált vízbe helyezzük őket. Másnap megmérjük az új tömegeket, és feljegyezzük az eltéréseket. Megvizsgáljuk, hogy nincs-e sérült zsák.
- A tömegmérést digitális mérleggel végezzük mind a kezdeti, mind a végső állapotban. Az eredményt abszolút értékben és százalékos változásként is meghatározzuk. .
Ezzel kvantitatívan kifejezhetjük az ozmózis mértékét, és összehasonlíthatjuk a különböző koncentrációjú oldatok hatását.

3.4.3 A kísérlet megtervezése

Feladat	Időtartam (perc)
Dialízis csövek egyenlő darabokra vágása	5
Cukoroldatok elkészítése, pontos mérés	10
Dialízis zsákok megtöltése oldatokkal	10
Zsákok megkötése, megjelölése	5
Kezdő tömegmérés pontos rögzítése	5
Zsákok desztillált vízbe helyezése (indítás)	2
Kísérlet pihentetése, várakozási idő (24 óra)	-
Végso tömegmérés elvégzése	5
Adatok összegyűjtése, százalékszámítás	10
Grafikon rajzolása, tapasztalat összehasonlítás	10

3.4.4 A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése

- Az ozmózis során a víz a hígabb oldatról a töményebb oldat irányába áramlik féligáteresztő membránon keresztül. A cukoroldatok koncentrációjának növekedésével az ozmotikus nyomás nő, amely erősebben vonzza a vizet, így a dialízis zsákok nagyobb tömegnövekedést mutatnak a magasabb koncentrációjú oldatok esetén (Alberts et al., 2014).
- A kisebb koncentrációjú cukoroldatokkal töltött zsákok kevésbé vettek fel vizet, míg a nagyobb koncentrációjúak jelentősebb tömegnövekedést mutattak. Ez a koncentrációkülönbségből származó erősebb ozmotikus nyomással magyarázható (Nagy, 2010). Mérési eltéréseket okozhat a zsákok eltérő mérete vagy a mérleg pontossága.



- Az ozmózist befolyásolja az oldatok koncentrációkülönbsége, a zsák anyagának féligáteresztő képessége, a hőmérséklet, valamint a mérési idő és a zsákok pontos előkészítése (Taiz & Zeiger, 2010).
- Az izotóniás oldatnál nincs tömegváltozás, mert az oldat koncentrációja megegyezik a zsák belsejével. A hipertóniás oldatnál a zsák tömege nő, mert vizet vesz fel, a hipotóniás oldatnál pedig veszíthet vizet, ha a külső oldat ennél hígabb (Roberts, 2012).

3.4.5 A tapasztalatok magyarázata

- A magasabb cukorkoncentráció erősebb ozmotikus nyomást hoz létre, amely több víz beáramlását eredményezi a zsákba, így növelve annak tömegét (Alberts et al., 2014).
- Az ozmotikus nyomás fenntartja a sejtek térfogatát és turgornyomását, ami elengedhetetlen a sejtek stabilitásához és működéséhez (Taiz & Zeiger, 2010).

- Az ozmózis szabályozza a sejtek belső környezetét, befolyásolja a tápanyag és salakanyag cserét, valamint a folyadékegyensúlyt a szervezetben, akadályozva az ödéma kialakulását (Rang et al., 2012).

3.4.6 Összefüggések keresése, értelmezése

- Az ozmotikus nyomás az oldott anyag koncentrációjának növekedésével arányosan nő, így a koncentráltabb oldatban nagyobb a vízbeszívó ereje, azaz az ozmotikus szívóerő. (Alberts et al., 2014).
- Fick diffúziótörvényei és a termodinamika alapelvei magyarázzák, hogy a vízmolekulák mozgása a koncentrációkülönbség csökkentésére, valamint az entrópia növelésének irányába hat (Roberts, 2012).
- Az ozmózis a növényeknél biztosítja a gyökerek vízfelvételét és a turgornyomást, állati szövetekben a sejtek vízháztartásának fenntartásában és a kapilláris folyadékforgalomban (Taiz & Zeiger, 2010; Kaufmann, 2022).

3.4.7 Összefüggések keresése, értelmezése

- Az oldatok koncentrációja közvetlenül hat az ozmotikus nyomásra: minél nagyobb az oldott anyag koncentrációja egy oldatban, annál nagyobb lesz az ozmotikus nyomás. Ez az erő felelős azért, hogy a víz a féligáteresztő membránon a hígabb oldatból a töményebb oldat felé áramoljon, ezzel kiegyenlítve a koncentrációkülönbséget (Alberts et al., 2014).
- Az ozmózis jelenségét a kémiai és fizikai törvények, köztük a Fick-féle diffúzió törvényei és a termodinamika alapelvei szabályozzák. A víz mint oldószer mozgása a koncentrációkülönbségből ered, és a folyamat irányát a szabad energiaváltozás határozza meg (Roberts, 2012).
- Az ozmózis lényeges szerepet játszik a növények vízfelvételében; a gyökérsejtekben létrejött ozmotikus nyomás biztosítja a víz beáramlását, támogatva ezzel a turgornyomást és a növényi sejtek mechanikai stabilitását (Taiz & Zeiger, 2010). Az állati szövetekben is létfontosságú az ozmotikus egyensúly fenntartása, amely szabályozza a sejtek víztartalmát és a kapillárisok anyagcseréjét (Kaufmann, 2022).
- További kísérletek lehetnek például az ozmózis sebességének vizsgálata különböző hőmérsékleti vagy nyomásviszonyok között, különböző típusú membránokon, vagy különféle oldatokkal (pl. sóoldatok, ionos oldatok).

- Az ozmózis alkalmazható az orvostudományban például a dialíziskezelések során, amelyek segítik a beteg szervezet anyagcseréjének szabályozását, továbbá a mezőgazdaságban a talajnedvesség szabályozásában, növények vízfelvételének optimalizálásában (Rang et al., 2012).

3.4.8 Értékelés

- A mérés során nehézségek adódhattak az oldatok koncentrációjának pontos beállításában, a zsákok azonos méretű elkészítésében és a tömegmérések precizitásában, valamint időbeli változások követésében.
- A kísérlet legfontosabb tanulsága, hogy az ozmózis egy passzív, de kulcsfontosságú folyamat a sejtek anyag- és vízforgalmában, amely kihat a szervezet egészséges működésére.
- A kísérlet jól szemlélteti a biológiai folyamatok és a fizikai-kémiai törvényszerűségek kapcsolatát, elősegítve a tanulók komplex megértését.

3.4.9 Kitekintés, további lehetőségek

- További kutatási ötletként javasolható a különböző sejttypusok reakcióinak vizsgálata ozmotikus stresszre, vagy élő rendszerek ozmotikus reakcióinak modellezése.
- Továbbfejlesztett gyakorlatként lehet vizsgálni az ozmózis hatását élő sejteken, például növényi gyökerek vízfelvételének modellezésével különböző talajoldatokban.
- Az ozmózis hatását vizsgálnám a növényi fotoszintézis folyamatának hatékonyságára gyakorolt hatásként, illetve az emberi vese ion- és vízháztartásának szabályozásában betöltött szerepként (Alberts et al., 2014; Taiz & Zeiger, 2010; Rang et al., 2012).

3.5 Források

Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2014). *Molecular Biology of the Cell* (6th ed.). Garland Science.

Kaufmann, P. (2022). *Physiology of the capillary exchange*. Springer.

Nagy, L. (2010). *A kutatásalapú tanulás/tanítás (Inquiry Based Learning) elméleti és gyakorlati alapjai*.

ELTE PPK. https://www.pedocs.de/volltexte/2013/7121/pdf/Nagy_2010_IBL.pdf

Rang, H. P., Ritter, J. M., Flower, R. J., & Henderson, G. (2012). *Rang and Dale's Pharmacology* (7th ed.). Elsevier.

Roberts, K. (2012). Cell Biology and Osmosis. *Journal of Biological Chemistry*, 287(30), 25101–25107.
<https://doi.org/10.1074/jbc.R112.390796>

Spronken-Smith, R., Walker, R., Batchelor, J., O'Steen, B., & Angelo, T. (2007). How does inquiry-based learning contribute to student learning outcomes? *European Journal of Education*, 42(2), 223–234.
<https://doi.org/10.1111/j.1465-3435.2007.00294.x>

Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology* (5th ed.). Sinauer Associates.

4. Terepi növényhatározás klasszikus és modern eszközök segítségével lakott környezetben

4.1 Tanári feladatok

4.1.1 Problémafelvetés

A körülöttünk lévő élővilág ismerete alapvető fontosságú nemcsak a tényszerű ismeretek miatt, hanem az ismeretből adódó kötődés, és így a természettel szembeni felelős viselkedés kialakítása miatt is. A növények megismerésének egyik útja a növényhatározás. A hagyományos határozási folyamat során a diákok megtanulják az egyes morfológiai jellemzőket, azok jelentését és felismerését, emellett pedig fontos, alapvető készségeket sajátítanak el. Ehhez a klasszikus növényhatározó könyvek (pl. Seregélyes Tibor–Simon Tibor: Növényismeret) használata alkalmas, sajnos azonban a folyamat lassú és különösen hiányos fajismeret esetén nehézkes. Emellett a könyv terjedelmi korlátai miatt a benne szereplő fajkészletet viszonylag behatárolt. A mobiltelefonnal működő határozó applikáció (pl.: floraincognita) ezek közül sok mindent megold, gyors, nagy fajkészlettel dolgozik, és kiírja a találat valószínűségét %-an. Emellett a fajokhoz tehetünk GPS-koordinátát, és képes a fajokat listázni, illetve a fotóikat is megőrizni. A gyengeségei, hogy térerő vagy internetkapcsolat hiányában nem működik, illetve a rokon fajokat nem mutatja meg; azoka külön kell rákeresni – szemben a könyvvel. A gyakorlat célja, hogy a tanulók az iskola udvarán vagy a közeli parkban 10 növényfajt határozzanak meg: 5-öt a klasszikus könyv segítségével, 5-öt pedig az applikáció használatával. Ezután össze kell hasonlítaniuk a két módszer nehézségeit, majd újra meghatározzák a növényeket a másik módszerrel is. A tanulók végül értékelik, melyik módszer melyik sorrendben a legcélszerűbb (előbb könyv, majd app, vagy fordítva), és megindokolják döntésüket.

A tanár segíti a folyamat irányítását, gondoskodik az eszközök előkészítéséről, a helyszínek kijelöléséről, és ösztönzi a tanulók aktív részvételét, miközben kérdésekkel segíti a gondolkodást és a saját megfigyelések megerősítését. Igyekszik egyensúlyt tartani a két módszer használatában, kipróbálásában.

4.1.2 Eszközök

- *Növényismeret* (Seregélyes Tibor, Simon Tibor) határozó könyv
- Kézi nagyító
- Jegyzetfüzet

- Mobiltelefon letöltött *flora incognita* applikációval
- Internetkapcsolat (az applikáció használatához)

4.1.3 Környezet és balesetvédelem

- Vigyázzanak a tanulók, hogy a taposással ne károsítsák a zöldterületeket!
- Kerüljék a csúszós, egyenetlen terepet, használják a kijelölt útvonalakat!
- Ügyeljenek a megfelelő ruházatra és lábbelire!

4.1.4 Összegzés és értékelés

- A tanulók bemutatják tapasztalataikat a két módszer előnyeiről és hátrányairól, a folyamatokról és nehézségekről.
- Megvitatják, melyik sorrendben (könyv után app, vagy fordítva) hatékonyabb a növényhatározás, indokolva álláspontjukat.
- A tanár összefoglalja a tanultakat, értékeli a diákok részvételét, és reflektál a módszerek hatékonyságára a gyakorlat alapján.

4.2 Tanulói feladatlap

Terepi növényhatározás klasszikus és modern eszközök segítségével lakott környezetben

4.2.1 Alapvetések

- Melyek a függő változói?

.....

- Melyek a vizsgálat független változói?

.....

- Mely rögzített változókat tartasz azonosnak a vizsgálat minden mintájánál?

.....

4.2.2 Kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása

- Milyen módszereket és milyen sorrendben alkalmaznál?

.....

- Miért célszerű ezt a sorrendet alkalmazni?

.....

4.2.3 A kísérlet megtervezése

A feladatok elvégzésének időbeosztása – Töltsd ki az alábbi táblázatot az egyes feladatok nevével és időszükségletével (percben)!

Feladat	Időtartam (perc)

4.2.4 A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése

- Milyen nehézségekbe ütköztél a könyvvel történő növényhatározás során?
.....
- Milyen előnyöket, illetve hátrányokat találtál az applikáció használatával kapcsolatban?
.....
- Hogyan változott a határozás sebessége és pontossága a két módszer, illetve a kombinált használat során?
.....

4.2.5 Növényfajok meghatározása az alábbi táblázat szerint:

	Fajnév	Könyvvel sikeres/sikertelen	Applikációval sikeres/sikertelen
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

4.2.6 A tapasztalatok magyarázata

- Írd le három, a gyakorlatban tapasztalt eltérés okát és magyarázatát!
1.
2.
3.

4.2.7 Összefüggések keresése, értelmezése

- Melyik módszer volt a leggyorsabb? Miért?
.....
- Melyik módszer adta a legmegbízhatóbb eredményeket?
.....
- Milyen tényezők befolyásolják a módszerek hatékonyságát?
.....
- Milyen növényeket találtál? Ezek ültetett vagy szabadon növő fajok voltak?
.....
- Találtál olyan fajokat, amelyek megleptek? Miért?
.....
- Milyen természetvédelmi értékű fajokat azonosítottál? Találtál érdekes vagy védett fajokat?
.....

4.2.8 Értékelés

- Hogyan értékeled a növényhatározási feladat lehetőségeit a könyv és az applikáció használatával kapcsolatban?
.....
- Milyen nehézségek adódtak a gyakorlat során?
.....
- Mit tanultál a különböző módszerekről és azok hatékonyságáról?
.....

4.2.9 Kitekintés, további lehetőségek

- Milyen további ötleteid vannak a terepi növényhatározás módszereinek fejlesztésére?
.....
- Tervezd meg egy hasonló, de továbbfejlesztett gyakorlat lépéseit!
.....
- Hogyan vizsgálnád a növényhatározás hatását más biológiai vagy környezeti folyamatokra?
.....

4.3 Megoldások, magyarázatok

4.3.1 Alapvetések, változók meghatározása

- A kísérlet függő változói a növények meghatározásának eredményei és nehézségei, például az azonosított fajok száma és a meghatározás pontossága.
- A független változók a növényhatározás módszerei (klasszikus könyv, határozó applikáció, vagy a kettő kombinációja) és azok sorrendje.
- Rögzített változók a helyszín, a vizsgált növényfajok csoportja, az eszközök (könyv, mobiltelefon, nagyító) és a gyakorlat időtartama.

4.3.2 A kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása

- Célszerű először a hagyományos növényhatározó könyvet használni, mivel ez az alapokat és rendszertani összefüggéseket fejleszti, és segít a fajismeret mélyebb megértésében.
- Második lépésként az applikáció használata javasolt, ami gyors és nagy fajkészletet fed le, továbbá vizuális és földrajzi adatokkal és egyéb érdekességekkel is támogatja a meghatározást.
- Azért hasznos a két módszert kombinálni, mert a könyv rendszertani tájékozottságot ad, míg az applikáció gyors segédlet, ellenőrzési lehetőséggel, és kiegészítő információkat biztosít.
- Az applikáció hátránya (térerő vagy internet hiánya) miatt fontos a könyv ismerete, továbbá a rokon fajok megismeréséhez, valamint elkülönítéséhez is segítséget nyújt.

4.3.3 A kísérlet megtervezése

- A gyakorlatot az iskola udvarán vagy a közeli parkban végzik.
- Először 5 növényt határoznak meg a könyv segítségével, majd 5-öt az applikációval.
- Ezután az összes növényt mindkét módszerrel ismét meghatározzák, összevetve az eredményeket és tapasztalatokat.

- Az időbeosztás tartalmazza a helyszín előkészítését, a megfigyelést, a dokumentálást, az eredmények megbeszélését.

Feladat	Időtartam (perc)	Megjegyzés
Bevezetés, célok ismertetése	10	A problémafelvetés és módszerek rövid bemutatása
Eszközök ismertetése, előkészítés	10	Könyv, applikáció bemutatása, eszközök kiosztása
Növényhatározás (könyvvel)	20	5 növény határozása
Növények keresése az iskola udvarán és a parkban (applikációval)	15	5 növény határozása
Minden növény ismételt határozása mindkét módszerrel	15	Összehasonlítás, jegyzetelés
Tapasztalatok megbeszélése és összehasonlítása	10	Előnyök, hátrányok, tapasztalatok megosztása
Összegzés, értékelés és zárás	10	Módszerek megvitatása, tanulságok levonása

4.3.4 A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése

- A könyv használata lassabb volt, főleg az első 1-2 faj határozása esetén, azonban jól megvilágította az egyes morfológiai jellegzetességeket, például a levél alakja stb.
- Az applikáció gyorsabb, könnyebb vele a határozás, de főleg virág vagy termés hiányában előfordultak téves találatok, eredménytelenség.
- A könyv nem ad visszajelzést a találat biztonságáról, míg az applikáció százalékos valószínűséget mutat, ami segíti az ellenőrzést.
- Térerő vagy internet hiányában a növényt lefotózva később is lehet az applikációt használni.
- A kettő kombinálva javítja a pontosságot, bár egy kicsit lassítja a folyamatot.

4.3.5 Növényfajok listája:

	Fajnév	Könyvvel sikeres/sikertelen	Applikációval sikeres/sikertelen
1.	Kislevelű hárs	sikerült	sikerült
2.	Páfrányfenyő	nem sikerült	sikerült
3.	Hamis ciprus	nem sikerült	sikerült
4.	Lucfenyő	sikerült	sikerült
5.	Tiszafa	sikerült	sikerült
6.	Angol perje	sikerült	sikerült
7.	Zöld muhar	sikerült	sikerült
8.	Kerek repkény	sikerült	sikerült
9.	Gímpáfrány!	sikerült	sikerült
10.	Aranyos fodorka!	sikerült	sikerült

4.3.6 A tapasztalatok magyarázata

- A könyvben szereplő fajlista korlátozott, főként a nyitvatermőkből és a kultúrfajokból van benne kevés, ezért egyes növények hiányozhatnak.
- Az applikációt a diákok gyorsan és rutinosan használják. A megfelelő fotók készítéséhez azonban gyakorlatot kell szerezni.
- A GPS és a fotózás lehetősége elősegíti a terepi dokumentálást és az ellenőrzést.

4.3.7 Összefüggések keresése, értelmezése

- A könyvvel végzett határozás mélyebb rendszertani ismereteket ad, mely elengedhetetlen a fajok pontos megismeréséhez.
- Az applikáció a gyors terepi azonosításban segít, erősíti a digitális eszközhasználatot, de nem helyettesíti a taxonómiai tudást.
- Az eszközök hatékonyságát befolyásolják a technikai körülmények, a tanulók felismerési készsége és egy adott helyszín növényfaji összetétele.
- A kombinált használat egyensúlyt teremt a pontosság és a gyorsaság között.

- A fás szárúak közt egy hársfa és három nyitvatermő szerepelt. A nyitvatermők közül kettő nem található meg a könyvben. Mindhárom ültetett fafaj volt.
- Az lágyszárúak gyomnövények voltak. Az egyszikűeket bonyolult volt a könyv segítségével meghatározni.
- A csatornafedő alatt a falból kinőve találtuk a két páfrányfajt, ami nagyon meglepett. Főleg azért, mert ezek védett és érzékeny növények.

4.3.8 Értékelés

- A növényhatározási feladat során hasznos volt mind a könyv, mind az applikáció, mert a könyv rendszerezett ismereteket és megbízhatóságot adott, az applikáció pedig segítette az ellenőrzést és a gyorsabb haladást.
- Nehézség volt például a könyvben előforduló hiányos fajlista és az applikáció internetfüggősége.
- A gyakorlat megmutatta, hogy az analóg és a digitális eszközök együttes alkalmazása javítja a terepi növényhatározás pontosságát és hatékonyságát.

4.3.9 Kitekintés, további lehetőségek

- További lehetőség lehet a más könyvek és applikációk megismerése. Az offline adatbázis bővítése, továbbá a mesterséges intelligencia bevonása.
- Fejleszthető a terepi dokumentáció digitális formában, GPS-alapú térképezéssel, ami hozzájárul az élőhelyek állapotának jobb megismeréséhez.
- Javasolt továbbfejlesztett gyakorlat lehet a kapcsolatok vizsgálata a növényfajok között, például a társulások határozása. Természetközeli társulások vizsgálata.
- A terepi növényhatározás szerepe fontos a természetvédelemben és a biodiverzitás monitorozásában, ezért fontos a módszerek folyamatos fejlesztése és a digitalizáció jobb integrálása a tanulók oktatásában.

4.4 Források

Simon, T., & Seregélyes, T. (2024). *Növényismeret: A hazai növényvilág kis határozója*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.

Simon, T., & Csapody, V. (2024). *Kis növényhatározó rendszertani és ökológiai tájékoztatóval*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.

Cserey, A. (2025). *Növényhatározó*. Budapest: [Kiadó neve].

Simon, T. (2023). *A magyarországi edényes flóra határozója: Harasztok, virágos növények*. Budapest: [Kiadó neve].

Határozó applikációk:

Flora Incognita. (2025). [Mobilalkalmazás]. letöltve: [dátum], elérhető: <https://www.floraincognita.com>

PlantNet. (2025). [Mobilalkalmazás]. letöltve: [dátum], elérhető: <https://plantnet.org>

Google Lens. (2025). [Mobilalkalmazás]. letöltve: [dátum], elérhető: <https://lens.google>

PictureThis. (2025). [Mobilalkalmazás]. letöltve: [dátum], elérhető: <https://www.picturethisai.com>

5. Növénytársulások terepi határozása klasszikus és modern módszerekkel

5.1 Tanári feladatok

5.1.1 Problémafelvetés

A közép és emelt szintű érettségiben ugyanúgy, mint a valóságban, a növénytársulások határozása nagyobb kihívást jelent, mint egy-egy növényfaj azonosítása. E gyakorlat az ökológia témakör elsajátításának megerősítését célozza meg az IBL-módszer segítségével. A gyakorlat ideálisan egy egész napos terepi munka formájában valósítható meg. A diákoknak kvadrát és vonaltranszekt módszereket kell alkalmazniuk. A növényfajok meghatározásához a hagyományos határozó könyvek és a telefonos applikáció kombinált használatát javasoljuk.

A vizsgálat kezdő lépéseként egy rét társulását kell meghatározniuk a diákoknak, csoportokra osztva őket (4 csoport, 4-5 fő). Minden csoport egy kvadrátot jelöl ki (élhosszúság 1 m). Ebben kell meghatározniuk az ott található fajokat, az egyedek számát és borítását, mindezt jegyzőkönyvükben rögzítve. A terepi munka megszervezése és lebonyolítása a diákok feladata. Ezt követően egy célirányosan megvalósított túra során kiválasztanak további 2 vagy 3 eltérő fás társulást, ahol a vonaltranszekt módszerével 10 m hosszú zsinórokat húznak ki. A zsinór két oldalán, 50 cm távolságban meghatározzák a lágy- és fás szárú fajokat. Fás magoncok és fiatal cserjék esetén a darabszámuk mellett rögzítik a vegetációban elfoglalt helyüket is (aljnövényzet/cserjeszint), míg a felnőtt lombos fák esetén az egyedszám mellett megbecsülik a borítási értékeket is. A jegyzőkönyvben, ha felismerik, karakterfajokat is megjelölhetnek segédletként.

5.1.2 Eszközök

- *Növényismeret* (Seregélyes Tibor, Simon Tibor) határozó könyv
- Mobiltelefon letöltött *Flora incognita* applikációval
- Internetkapcsolat (az applikáció használatához)
- Kézi nagyító
- Jegyzetfüzet
- Térkép a területről
- A kvadrátokhoz és a transzekttekhez karók és zsinórok
- Térkép a területről

- Túrafelszerelés

5.1.3 Környezet- és balesetvédelem

- Vigyázzanak a tanulók, hogy a taposással minél kisebb mértékben károsítsák a társulásokat!
- Igyekezzünk a zavarás mértékét minimalizálni, ne szedjünk le növényeket, ne szemeteljünk, ne zajongjunk!
- Ügyeljének a megfelelő ruházatra és lábbelire!
- Fokozottan figyeljünk oda a kullancsokkal szembeni védekezésre (kullancsriasztó használatára, zárt ruházat)!

5.1.4 Összegzés és értékelés

- Minden társulás vizsgálata után, még a helyszínen javasolt meghatározni a társulások típusát, jellemzőit, karakterfajait és domináns elemeit.
- Egy-egy tanulócsoport mutasson be egy társulást, mondja el annak jellemzőit, karakterfajait, domináns és védett fajait. Továbbá az esetleges flóra idegen, gyom vagy invazív fajokat.
- A többi csoport egészítse ki a saját eredményeivel, meglátásaival.
- A végén a tanár összegezze a tapasztalatokat, a társulás legfontosabb jellemzőit, karakterfajait, valamint domináns fajait, érdemes kitérni a megtalált a védett fajokra is.
- Fontos továbbá meghatározni a jellemző klimatikus viszonyokat is. Például: kitettség, lejtőszög, alapkőzet, vízháztartás stb.

5.2 Tanulói feladatlap

Válaszaid legyenek minél részletesebbek, a rajzokat gondosan készítsd el, mert segítik a tapasztalatok megértését.

5.2.1 Alapvetések

- Melyek a kísérlet függő változói?
.....
- Melyek a kísérlet független változói?
.....
- Mely rögzített változókat kell azonos szinten tartani a vizsgálat minden mintájánál?
.....

5.2.2 A kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása

- Milyen módszert alkalmaznál a réten (kvadrát vagy transzekt módszert) a fajok meghatározásához?
.....
- Miért ezt célszerű alkalmazni?
.....
- Milyen mintavételi módszert alkalmaznál a fás társulások esetében (kvadrát vagy transzekt módszert) a fajok meghatározásához?
.....
- Miért ezt célszerű alkalmazni?
.....

5.2.3 A kísérlet megtervezése

Feladatok elvégzésének időbeosztása – Töltsd ki az alábbi táblázatot az egyes feladatok nevével és időszükségletével (percben)!

Feladat	Időtartam (perc)	Megjegyzés
A fenti panelek a vizsgált társulások számának megfelelően ismétlődnek.		

5.2.4 A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése

- Milyen nehézségeket tapasztaltál a kvadrátok kialakítása során?
.....
- Okozott-e nehézséget a kvadrátban a fajok meghatározása?
.....
- Milyen nehézségeket tapasztaltál a transzektek kialakítása során?
.....
- Okozott-e nehézséget a transzektkben a fajok meghatározása?
.....
- Hogyan oldottátok meg a borítások becslését?
.....
- Okozott-e nehézséget a fajok meghatározása után a társulás meghatározása, beazonosítása?
.....

- Melyek voltak a társulás meghatározásnak legfontosabb támpontjai?

.....

Növénytársulások meghatározása az alábbi táblázat szerint:

Társulás neve:				
Fajkészlet	Gyakoriság	Karakter	Domináns	Indikátor

5.2.5 A tapasztalatok magyarázata

- Jegyezz le három, a gyakorlatban tapasztalt összefüggést a társulások meghatározása során!

4.

5.

6.

5.2.6 Összefüggések keresése, értelmezése

- Melyik módszert volt célszerű a réten alkalmazni? Miért?

.....

- Melyik módszert célszerű az erdőben alkalmazni? Válaszodat indokold!

.....

- Milyen esetben lenne érdemes a két módszert kombinálni? Válaszodat indokold meg!

.....

- Milyen ritka vagy védett növényeket találtál?

.....

- Találtál olyan fajokat, amelyek megleptek? Miért?

.....

- Találkoztál érdekes, különleges mikroélőhelyekkel? Ha igen, melyek voltak ezek?

.....

5.2.7 Értékelés

- Hogyan értékeled a társuláshatározási feladat hasznosságát a tananyag elsajátítása szempontjából?

.....

- Milyen nehézségek adódtak a gyakorlat során?

.....

- Mit tanultál a különböző módszerekről és azok hatékonyságáról?

.....

5.2.8 Kitekintés, további lehetőségek

- Milyen további ötleteid vannak a terepi társuláshatározás módszereinek fejlesztésére?

.....

- Tervezz meg egy hasonló vizsgálatot városi környezetben! Milyen élőhelyeket mérnél fel?

.....

Milyen módon vizsgálnál meg egy különleges mikroélőhelyet? Említs néhány példát!

.....

5.3 Megoldások, magyarázatok

5.3.1 Alapvetések, változók meghatározása

- A kísérlet függő változói a meghatározott növényfajok, borítási értékek, domináns fajok, karakterfajok és indikátorfajok.
- A független változók a vizsgált terület társulástípusa, például: gyertyános-tölgyes erdő, tölgy-kőris-szil ligeterdő stb.).
- Rögzített változók a kvadrát mérete, a transekt hossza és szélessége, az eszközök (könyv, applikáció) és a vizsgált időszak.

5.3.2 A kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása

- Réten célszerű a **kvadrát módszert** alkalmazni, mert azzal egy adott terület fajösszetételét és borítását részletesen és pontosan lehet vizsgálni. A kis méretű, sűrűn növő lágyszárúak könnyen azonosíthatóak.
- A kvadrát módszerrel jól vizsgálhatóak a kisebb méretű, talajközeli, lágyszárú növények jelenléte és sűrűsége.
- Fás társulásokban inkább a **transekt módszer** a célszerű, mivel hosszabb szakaszon, vonal mentén lehet gyorsan összegyűjteni az adatokat a fa- és cserjefajokról, amelyek nagyobb területen, változatosabb elhelyezkedésben nőnek.
- A transekt módszer alkalmasabb egy-egy tendencia, például pataktól való távolodás vagy az erdő szélétől a belseje felé való haladás megfigyelésére is, míg a kvadrát a helyi, kisebb léptékű mintavételhez ideális.
- Egy-egy vizsgált területen a fajok azonosítása mellett fontos a darabszámuk, valamint borításuk feljegyzése is.
- Fontos továbbá a domináns fajok, karakterfajok és indikátorfajok meghatározása, kiemelése. Ezek segítik a társulás meghatározását.

5.3.3 A kísérlet megtervezése

- A terepgyakorlat tervezésénél elsőként érdemes átgondolni, hogy melyik társulások megismerését tűzzük ki célul, milyen társulások felmérésére van lehetőségünk.

- Amennyiben a feltételek adottak, érdemes az érettségi követelményben előforduló legfontosabb társulásokat felmérni. Például: bükkös, gyertyános-tölgyes, cseres-tölgyes. Kevésbé függ a földrajzi adottságoktól a víz közeli élőhelyek megjelenése, ezek könnyebben fellelhetőek, vizsgálhatók.
- Érdemes a helyszínt előzetesen bejárni, ha van rá lehetőség. A vizsgálatra szánt területeket térképvázlaton megjelölni.
- Szükség esetén célszerű a kvadrátok és a transzkek kialakítását a terepen kicsit segíteni irányítani.

Feladat	Időtartam (perc)	Megjegyzés
Bevezetés, célok ismertetése	15	A problémafelvetés
Kvadrát módszer ismertetése	15	
Vonaltranszekt módszer ismertetése	15	
Első helyszín megközelítése	60	Előre meg kell tervezni a helyszíneket
Kvadrátok kijelölése és kialakítása	15	Fontos figyelni rá, hogy kellőképpen reprezentatív kvadrátok készüljenek
Fajok meghatározása	30	Hagyományos módszerrel és applikációval közösen
Borítás, fajgyakoriság/dominancia, karakterfajok meghatározása	15	A Növényismeret könyv segítséget nyújt ebben is
A vizsgált társulás meghatározása, az eredmények értékelése	20	Egy-egy diákcsoport mutatja be, a többiek kiegészítik, a tanár összegez, korrigál, ha kell.
További helyszínek megközelítése	60	
Transzkek kialakítása	15	Fontos figyelni rá, hogy kellőképpen reprezentatív transzkek készüljenek
Fajok meghatározása	30	Hagyományos módszerrel és applikációval közösen
Borítás, fajgyakoriság/dominancia, karakterfajok meghatározása	15	A Növényismeret könyv segítséget nyújt ebben is
A vizsgált társulás meghatározása, az eredmények értékelése	20	Egy-egy diákcsoport mutatja be, a többiek kiegészítik, a tanár összegez, korrigál, ha kell.
A fenti panelek a vizsgált társulások számának megfelelően ismétlődnek.		

5.3.4 A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése

- A kvadrátok kialakítása során nehézséget okozhat a pontos kijelölés, illetve a terep és a növényzet változatossága miatt előfordulhatnak fennakadások a szabályos alakzat kialakításában.
- A kvadrátban a kis méret miatt néhány faj alul- vagy felülreprezentált lehet, a növények nehezebben megkülönböztethetőek, illetve a kvadrát belsejében nehezebben határozhatóak.
- A transzekt vonalak pontos kijelölése időigényes, és nehéz lehet egyenes vonal mentén haladni.
- A transzekt mentén a fajok meghatározása gyakran gyorsabb, de a sűrűbb, bokrosabb növényzetben nehezebb a pontos azonosítás.
- Fontos, hogy a fa magoncok esetén jelöljük, hogy az csak egy magonc, és nem egy kifejlett fa.
- A borítás becslését általában szemrevételezéssel és százalékos arányban végezzük.
- A társulás meghatározása összetett, nehézséget jelenthet a változatos fajkészlet és a többféle határozó használata.
- A legfontosabb támpontok: karakterfajok, domináns és indikátorfajok azonosítása, fajkészlet összehasonlítása irodalmi adatokkal.

Növényfajok listája:

Gyertyonos-tölgyes erdő társulás				
Fajkészlet	Gyakoriság	Karakter	Domináns	Indikátor
Kocsánytalan tölgy	Felnőtt: 2 Magonc: 4	*	*	
Gyertyán	Felnőtt: 0 Magonc: 13	*		
Barkóca berkenye	Felnőtt: 1 Magonc: 5			
Kislevelű hárs	Felnőtt: 3 Magonc: 12			*
Bükk	Felnőtt: 0 Magonc: 1			
Korai juhar	Felnőtt: 1	*		
Vadrózsa	Felnőtt 3			
Orvosi tüdőfű	5	*		
Fehér madársisak	2			*
Madárfészek kosbor	1	*		*

5.3.5 A tapasztalatok magyarázata

- A réti és fás társulások eltérő tér- és fajösszetétele miatt más-más módszerek alkalmazása szükséges.
- A karakter-, indikátor- és domináns fajok együttes vizsgálata segíti a társulás pontosabb leírását.
- A borítás becslése és a fajok számbavétele együttesen ad megbízható eredményt a társulás állapotára vonatkozóan.

5.3.6 Összefüggések keresése, értelmezése

- A réten célszerű a kvadrát módszert alkalmazni, mert a kisebb alapterület részletesebb vizsgálata lehetővé teszi a talajközeli, kisméretű növények pontos azonosítását.
- Az erdőben a transekt módszert ajánlott használni, mert lehetővé teszi a nagyobb léptékű növényzet vizsgálatát, különösen a fa- és cserjefajokra fókuszálva.
- A két módszer kombinálásával a társulások részletesebb és átfogóbb leírása érhető el, mind a rét, mind a fás társulás elemeit lefedve.
- A társulások kialakulását a klimatikus tényezők is nagy mértékben meghatározzák.
- A természetese körülmények mellett az emberi beavatkozások is jelentős mértékben hatnak a társulások kialakulására.
- Ritka vagy védett növények megjelenése (fehér madársisak, madárfészek kosbor) különleges szint hoznak a gyakorlatba. Az előfordulásukat érdemes GPS-koordinátákkal is jelölni.
- A különleges mikroélőhelyek, például egy állandóbb erdei tócsa vagy kis tó felfedezése segíti a természetközeli szemlélet kialakítását és az ökológiai vizsgálatok léptékének többszintű értelmezését.

5.3.7 Értékelés

- A gyakorlat jelentősen segíti a terepi növényhatározás és társulásfelismerés elsajátítását, valamint a módszerek közötti különbségek megértését.
- Nehézségek: terepi viszonyok, eszközök kezelése, pontosság fenntartása, időbeli korlátok betartása.
- A módszerek összehasonlítása rámutat a részletesség és a gyorsaság közötti kompromisszumokra.

5.3.8 Kitekintés, további lehetőségek

- További fejlesztés lehet például a digitális adatgyűjtés, GPS-alapú térképezés vagy mesterséges intelligencia használata a társulások azonosításban.

- Városi környezet vizsgálata során például parkok, zöldterületek, kertek, elhanyagolt telkek felmérése lenne hasznos.
- Különleges mikroélőhely lehet egy vizesárok, kis tó, árnyékos falak környéke vagy évszakonként változó területek, melyek fokozott vizsgálatot igényelnek.

5.4 Források

Borhidi, A. (2003). Magyarország növénytársulásai. Budapest: Akadémiai Kiadó.

Bartha, D., Korda, M., Kovács, G., & Tímár, G. (2014). Potenciális természetes erdőtársulások és aktuális faállománytípusok országos összehasonlítása. Erdészettudományi Közlemények, 4(1), 7–21.

Simon, T., & Seregélyes, T. (2024). Növényismeret: A hazai növényvilág kis határozója. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.

Wikipedia. (2025). Növénytársulás. Letöltve: 2025.10.30, <https://hu.wikipedia.org/wiki/Növénytársulás>

Természetbúvár. (2017). Gyep-társulások. 72(3), 12–19.

PlantNet. (2025). Növényhatározás - Pl@ntNet Identify. Letöltve: 2025.10.30, <https://identify.plantnet.org/hu/useful/identify>

Sulinet Tudásbázis. (2015). A mérsékelt övezeti lombhullató erdők, rétek és gyep-társulások. Letöltve: 2025.10.30, <https://tudasbazis.sulinet.hu/>

Bartha, D., & Kapocsi, I. (2008). Erdők a Kárpát-medencében. Budapest: WWF Magyarország.

6. Az amiláz enzim keményítőbontó hatásának vizsgálata

6.1 Tanári feladatok

6.1.1 Problémafelvetés

Az enzimek az élővilágban általánosan elterjedt biokatalizátorok. Olyan fehérjék, melyek az aktiválási energia csökkentése révén gyorsítják a biokémiai reakciókat. Jellemzőjük a fajlagosság, tehát minden reakciót külön-külön enzim katalizál. Alábbi kísérleteinkben az enzimek működési optimumát fogjuk vizsgálni. Mivel fehérjékről van szó, a környezeti feltételekre igen érzékenyek, így általában 37 Celsius fokra, és enzimenként egyéni pH-ra van szükségük a megfelelő működéshez. A vizsgált amiláz enzim megtalálható az emberi nyálban és a hasnyálban is, feladata a keményítő éterkötéseinek hidrolízissel történő bontása. Vizsgáljuk meg, hogyan hat az amiláz enzim a keményítő bontására különböző körülmények között, és milyen hatással vannak a környezeti tényezők (hőmérséklet, pH, ionok jelenléte) az enzim aktivitására!

6.1.2 Szükséges anyagok, eszközök, módszerek

- Vegyszerek: amiláz enzim, keményítőoldat, sósav (HCl-10%), ezüst-nitrát (1%), Lugol-oldat
- Eszközök: kémcsövek, kémcsőfogó, vízfürdő, hőmérő, cseppentő, keverőeszköz
- Kémcsőkísérleteket kell tervezni, és megvalósítani az enzimaktivitás kimutatására.
- Kontrollkísérletet kell tervezni az összehasonlíthatóság miatt.

6.1.3 Balesetvédelem

- Viselj köpenyt, védőkesztyűt és védőszemüveget!
- Körültekintően bánj a sósavval és az ezüst-nitráttal!
- A melegítésnél ügyelj a hőmérséklet pontos betartására, kerülve a túlhevülést és a baleseteket!
- Baleset vagy sérülés esetén azonnal szólj a tanárnak!

6.1.4 Összegzés, értékelés

A kísérlet lépéseit és folyamatát a gyerekek tervezik meg. Ötleteiket, tevékenységüket segíteni, irányítani kell. A kísérlet során megfigyelhető, hogy az amiláz enzim 37 °C-on aktív, sósav jelenléte gátolja az enzimet, az ezüst-nitrát szintén megakadályozza a működést. A melegítés károsítja az enzimet, míg a kontrollmintában az aktivitás változatlan. A színváltozás alapján következtethetünk az enzim aktivitására és a keményítő bontásának mértékére. A tanulók mérlegelik a környezeti hatások enzimműködésre gyakorolt befolyását.

6.2 Tanulói feladatlap

Válaszaid legyenek minél részletesebbek! A rajzokat gondosan készítsd el, mert segítik a tapasztalatok megértését.

6.2.1 Alapvetések

- Melyek a kísérlet függő változói?

.....

- Melyek a kísérlet független változói?

.....

- Mely rögzített változókat tartod azonosnak a vizsgálat minden mintájánál?

.....

6.2.2 A kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása

- Milyen módszereket és milyen sorrendben alkalmaznál a kísérlet során?

.....

- Milyen módon alkalmazod ezeket a módszereket?

.....

6.2.3 A kísérlet megtervezése

Feladatok elvégzésének időbeosztása – Töltsd ki az alábbi táblázatot az egyes feladatok nevével és időszükségletével (percben)!

Feladat	Időtartam (perc)

6.2.4 A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése

- Milyen különbséget tapasztaltál a 37 °C-os vízfürdőben és a többi, kezelésben lévő amiláz enzim hatékonyságában?

.....

- Milyen hatással volt a sósav (HCl) az amiláz enzim működésére?

.....

- Mi történt az ezüst-nitráttal kezelt mintában? Miért?

.....

- Hogyan változott az enzim aktivitása melegítés hatására?

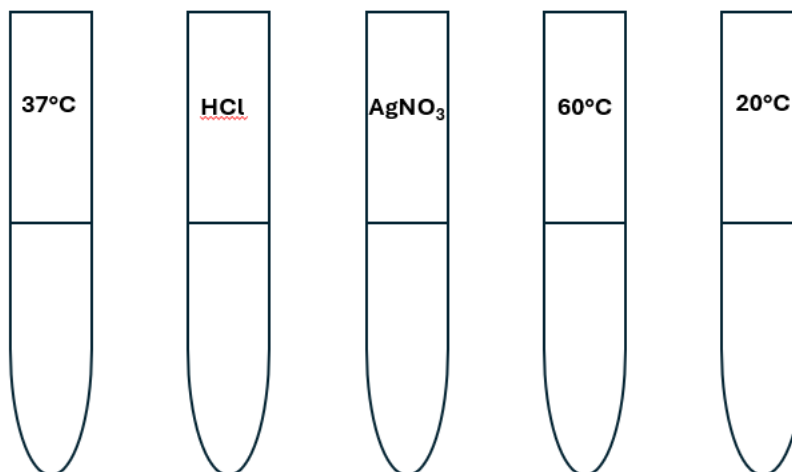
.....

- Milyen változást figyeltél meg az ötödik, változatlan mintában?

.....

6.2.5 Rajz készítése:

Készíts rajzot a kémcsövek reakcióinak színváltozásáról!



6.2.6 A tapasztalatok magyarázata

- Írd le három eltérő tapasztalat okát és magyarázatát!

1.
2.
3.

6.2.7 Összefüggések keresése, értelmezése

- Hogyan befolyásolja a kísérletben megfigyelt reakciókban a felület-térfogat arány az enzim működését?

.....

- Milyen kapcsolatban áll a felület-térfogat arány és a diffúzió a kémiai reakciókban?

.....

- Hozz példát az élővilágból arra, amikor az enzimműködések zavarát a felület-térfogat arány megváltozása okozza!

-

6.2.8 Értékelés

- Mennyire volt világos és érthető a kísérleti eljárás?

.....

- Milyen nehézségekkel szembesültél a kísérlet során? Hogyan oldottad meg ezeket?

.....

- Mit tanultál a kísérlet által az amiláz enzim működéséről?

.....

6.2.9 Kitekintés, további lehetőségek

- Van ötleted arra, hogyan lehetne továbbfejleszteni ezt a kísérletet?

.....

- Tervezd meg egy hasonló kísérlet lépéseit, amely más enzim működését vizsgálja!

.....

- Hogyan lehetne a tanultakat alkalmazni más biokémiai vagy élelmiszeripari folyamatokban?

.....

6.3 Megoldások és magyarázatok a tanulói feladatlap kérdéseire

Az amiláz enzim keményítőbontó hatásának vizsgálata

6.3.1 Alapvetések

- **A kísérlet függő változói:** A keményítő lebontásának mértéke, amit a kémcsőben bekövetkező színváltozás (fekete-kék vagy elszíntelenedett oldat) jelez.^{[1][2]}
- **A kísérlet független változói:** A kémcsövek eltérő kémiai (HCl, ezüst-nitrát) vagy fizikai (hőmérséklet, melegítés) kezelése, illetve a kontroll (változatlan kémcső).^{[3][2][1]}
- **Azonos (rögzített) változók minden mintánál:**
 - Az amiláz enzim térfogata (3 cm³)
 - A keményítőoldat mennyisége (1 cm³)
 - A Lugol-oldat mennyisége (5 csepp)
 - A reakció időtartama (15 perc inkubáció)
 - A vízfürdő hőmérséklete az inkubálásnál (37 °C)

6.3.2 Kísérlet során alkalmazandó eljárások bemutatása

- A kémcsövek számozása, előkészítése
- Az amiláz enzim kiosztása minden kémcsőbe
- Különböző kezelések alkalmazása (pl. melegítés, sósav, ezüst-nitrát hozzáadása)
- Keményítőoldat és Lugol-oldat hozzáadása, összekeverése
- Inkubálás 37 °C-on vízfürdőben
- Megfigyelés, eredmények rögzítése (színváltozás)

6.3.3 A módszerek alkalmazásának módja:

- A kezeléseket és a hozzáadott oldatokat pontosan kell adagolni minden minta esetében.
- A színváltozások nyomon követése vizuálisan, rögzítése jegyzőkönyvvel és fotóval
- A minták összekeverése és vízfürdőben történő indukálása egységes idővel történik, hogy a kísérlet összehasonlítható legyen.

6.3.4 A kísérlet megtervezése

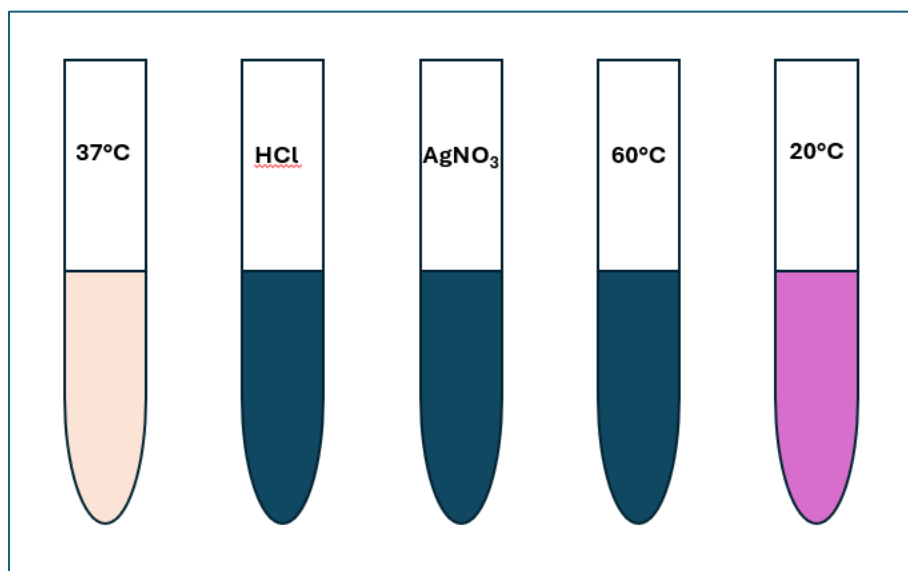
Feladat	Időtartam (perc)
Kémcsövek számozása, előkészítése	5
3cm ³ amiláz minden csőbe	2
Reagensek hozzáadása	
1. kémcső: 37 °C-os vízfürdőbe helyezés	4
2. kémcső: 10 csepp sósav hozzáadása	2
3. kémcső: 5 csepp ezüst-nitrát hozzáadása	2
4. kémcső: felmelegítés 60 °C-ra, majd lehűtés	10
5. kémcső: változatlanul hagyás	
Keményítőoldat, mindegyikbe 1 cm ³	5
Minden kémcsőhöz 5 csepp Lugol-oldat	5
Visszahelyezés 37 °C-os vízfürdőbe	5
Színváltozás vizsgálata 15 perc után	15
Megfigyelések rögzítése	15
Eredmények kiértékelése	20

6.3.5 A kísérlet tapasztalatainak összegyűjtése

- A 37 °C-os vízfürdőben az amiláz enzim aktivitása a legmagasabb, ez az optimális hőmérséklet számára, így gyorsan lebontotta a keményítőt. A többi kezelés (savas, ezüst-nitráttal kezelt, magas hővel előkezelt) jelentősen csökkentette vagy teljesen gátolta az enzimműködést, így a keményítő nem bomlott le, erről árulkodott a minta sötétkék/ feketés-kék színe.
- A sósav jelenléte savas közeget hozott létre és jelentősen csökkentette az amiláz aktivitását. Az enzim pH-optimuma semleges körüli (kb. 7,2), de sósavval az oldat túl savassá vált, így az amiláz inaktiválódott, a keményítő lebontása elmaradt, ezért a minta színe feketés-kék maradt.
- Az ezüst-nitrát oldatban az amiláz enzim működése leállt, mivel az ezüst-ionok mint nehézfémek irreverzibilisen denaturálják a fehérje jellegű enzimet. Emiatt a keményítő nem bomlott le, a mintában maradt, így a Lugol-oldat színe sötétkék maradt.
- A 60 °C-ra melegített, majd visszahűtött oldatban az amiláz aktivitása megszűnt, mert a magas hőmérséklet irreverzibilis denaturációt okozott a fehérje szerkezetében. Ez azt jelenti, hogy az enzim elvesztette biológiai aktivitását.

- Az ötödik mintában az amiláz enzim normál körülmények között működött, így a keményítő lebontása sikeresen megtörtént; a Lugol-oldat sötét színe elhalványult vagy eltűnt. Ez a pozitív kontrollminta: azt mutatja, hogyan működik az enzim semleges pH-n, optimális hőmérséklet mellett.

6.3.6 Rajz készítése:



1. ábra. Az amiláz enzim keményítóbontó hatásának vizsgálata

6.3.7 Változások jellemzése, rajz értelmezése

- **37°C:** világosbarna vagy majdnem színtelen (halványodó szín; keményítő bomlott, Lugol színe eltűnt)
- **HCl:** fekete-kék szín (erős, sötét szín; keményítő maradt)
- **AgNO₃:** fekete-kék szín (erős, sötét szín; keményítő maradt)
- **60°C:** fekete-kék szín (erős, sötét szín; keményítő maradt)
- **20°C:** sötétlila/kékesszürke (közepesen erős szín; részleges bomlás, enzimműködés gyengébb)

6.3.8 A tapasztalatok magyarázata

- A 37 °C optimális hőmérséklet, ahol az amiláz aktivitása maximális. Alacsonyabb vagy magasabb hőmérsékleten az enzim aktivitása csökken.

- A savas közeg a fehérjemolekula szerkezetének megváltozását eredményezi, ami gátolja az enzim aktív helyét, így az amiláz inaktiválódik.
- Az ezüst-ionok a fehérje kéncsoportjaihoz kötődnek, denaturálják az enzimet, megakadályozva így a keményítő lebontását.

6.3.9 Összefüggések keresése, értelmezése

- Mivel az enzimek kolloidok, így a reakció a felszínükön megy végbe. A nagyobb felület-térfogat arány elősegíti a gyorsabb reakciót, mivel több enzimmolekula érintkezik a keményítővel.
- A fentiek értelmében a reakcióba lépő molekulák adszorpcióval kötődnek az enzimhez. Ha az enzimfehérje koagulálódik, akkor ez a folyamat is felborul.
- Különböző koagulációt okozó mérgek (pl.: egyes kígyómérgek) hatása során is ez történik.

6.3.10 Értékelés

- A kísérleti eljárás lépései világosan meg voltak adva. Az előkészítés, a különböző kémcsövek kezelése és a megfigyelés időpontja logikusan következett egymásból, így könnyű volt követni, hogy mikor és melyik lépésnél kell megfigyelést vagy beavatkozást végezni.
- Nehézséget jelentett a pontos hőmérséklet beállítása, mert figyelni kellett a vízfürdő hőmérsékletét, és időben el kellett venni a kémcsövet, hogy ne melegedjen túl. Emellett nehéz volt pontosan kimérni a cseppeket.
- Megtanultam, hogy az enzimek, így az amiláz enzim aktivitása is nagyon érzékeny a környezet tényezőire, különösen a hőmérsékletre, a pH-ra és az oldat összetételére. Látható volt, hogy az optimális körülmények között a keményítő gyorsan elbomlik, míg a savas közeg (sósav), a magas hőmérséklet vagy nehézfémek (ezüst-nitrát) jelenléte inaktiválja az enzimet. Egy kontrollminta segített megérteni, hogyan működik az enzim alapvetően, minden zavaró tényező nélkül.

6.3.11 Kitekintés, további lehetőségek

- Javasolnám, hogy vizsgáljuk meg más enzimek működését is, például a fehérjebontó enzimeket különböző pH-jú közegben. Érdekes lenne összehasonlítani, hogyan hatnak az enzimekre a különböző sók vagy tartósítószer.

- Csinálhatnánk egy kísérletet a pepszin enzim fehérjebontó hatására. Több kémcsőben különböző hőmérsékleten és pH-n vizsgálnánk, majd fehérje kimutató oldatokat (pl. biuret-próba) alkalmaznánk, hogy látható legyen, mely körülmények között a legaktívabb az enzim.
- Az enzimek szerepe alapvető például az élelmiszeriparban (sütés, sörgyártás, tejipar) vagy a gyógyszeriparban, ahol optimális környezet szükséges a kívánt reakciók eléréséhez. Az enzimaktivitás vizsgálata abban segít, hogy hatékonyabb, biztonságosabb folyamatokat fejlesszünk ki, például a laktóz lebontására tejérzékenyeknél vagy a szénhidrátok lebontására specifikus diétákban.

6.3.12 Források

MerSz. (2014). A gyógyszerkutatás kémiája –

Enzimek. https://mersz.hu/dokumentum/gyogysz_74/

Bioszfera.com. (n.d.). [PDF] 1.2. Fizikai-kémiai

alapismeretek. <https://bioszfera.com/downloads/1.2.Fizikai-kemiaialapismeretek.pdf>

Scribd. (2025, június 11). Az enzimek működése. <https://www.scribd.com/document/805784345/4-Az-enzimek-mu-ko-de-se>

Mersz.hu. (2015). Enzimek – A gyógyszerkutatás

kémiája. https://mersz.hu/dokumentum/gyogysz_61/

Bioenergetikus. (n.d.). Enzimek-koenzimek -

Táplálkozás. <http://taplalkozas.bioenergetikus.hu/enzimek.html>

Wikipédia. (2005). Enzim. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Enzim>