**24. feladatlap: Főtt tojásból kiscsirke?[[1]](#footnote-1)**

**Módszertani útmutató**

1. **Téma**: A fehérjék koagulációja, illetve denaturációja
2. **Felhasználás**: 10. osztály, 30-35 perces, tanulókísérletre épülő feladat
3. **Szükséges előzetes ismeretek**:
   * Az aminosavak és a fehérjék fogalma.
   * A fehérjék elsődleges, másodlagos, harmadlagos és negyedleges szerkezetének ismerete.
   * A fehérjék térszerkezetét stabilizáló első- és másodrendű kémiai kötések: kovalens kötés (peptidkötés, diszulfidhidak, datív jellegű koordinatív kötés), ionos kötés, hidrogénkötés, dipólus-dipólus és diszperziós kölcsönhatások.
4. **Célok**:
   * A tanulók érdeklődésének felkeltése az élő szervezetek felépítésében és működésében fontos szerepet játszó fehérjék iránt.
   * Annak megismerése, hogy hogyan lehet kémiai kísérletek segítségével egyszerűen modellezni az élő szervezetekben végbemenő folyamatokat.
   * Annak megtapasztalása, hogy a konyhasónak a fehérjék működésére gyakorolt hatása visszafordítható.
   * Annak megtapasztalása, hogy a magas hőmérsékletnek és a nehézfémsóknak a fehérjék működésére gyakorolt hatása nem visszafordítható.
   * A balesetvédelmi előírások betartásának gyakorlása.
   * A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
   * A logikus gondolkodás, az induktív következtetés és a szabályszerűségek alapján való deduktív előrejelzés gyakorlása.
   * **Mindhárom** **típusú** feladatlap esetén a **kísérletek természettudományokban betöltött szerepének** megértése.
   * **A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók meggyőzése arról, hogy érdemes a receptszerűen leírt kísérlet végrehajtása után elgondolkodni azon, hogy hogyan lehet az ilyen vizsgálatokat korrekt módon megtervezni.**
   * **A 2. és a 3. típusú feladatlapokat megoldó tanulók értsék meg, hogy a kísérletek helyes megtervezési módjának ismerete segítheti őket az áltudományos csalások felismerésében.**
5. **Tananyag:**
   * **Ismeret** szint:
     + A fehérjék főleg kolloid oldat formájában vannak jelen az élő szervezetekben, körülöttük hidrátburok található.
     + A fehérjék koagulációját/denaturációját előidéző hatások: könnyűfémsók (reverzibilis koaguláció), magas hőmérséklet és nehézfémsók (irreverzibilis koaguláció).
   * **Megértés** szint:
     + Annak megértése, hogy a reverzibilis kicsapódás során csupán a fehérje hidrátburkát vagy egyes másodrendű kölcsönhatásokat bontunk meg olyan anyagok hozzáadásával, amelyek pl. maguk erősebben kötődnek a vízhez. További víz hozzáadásával a hidrátburok visszaalakul, a másodrendű kölcsönhatások visszarendeződnek.
     + Annak megértése, hogy az irreverzibilis kicsapódás során nem egyszerűen csak a hidrátburok bomlik meg, de az elsőrendű kötések is átrendeződnek. Ekkor víz hozzáadásával már nem tudjuk visszaalakítani a fehérje eredeti (natív) szerkezetét.
     + Annak megértése, hogy a hozzáadott anyagok esetében a hatás reverzibilitása függ az alkalmazott koncentrációtól.
   * **Alkalmazás** szint:
     + A korábbi feladatlapok (pl. a 9. feladatlap: Égés-e a mészégetés?) kapcsán a modellalkotásról tanultak alkalmazása.
     + A fehérjék szerkezetéről tanultak alkalmazása.
     + A kapcsolódó balesetvédelmi szabályok alkalmazása.
   * **Magasabb rendű műveletek**:
     + Minden feladatlaptípus esetében a rendszerszemléletű gondolkodás fejlesztése a „Gondolkodjunk!” feladat megoldása során.
     + 2. típusú feladatlap: a receptszerű leírás alapján elvégzett kísérlet értelmezése a kísérlettervezést segítő séma kitöltésével.
     + A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében a kísérletek utólagos elemzése, azok lényegének feltárása a kísérlettervezés elveinek tisztázása során. A modellkísérletek lényegi elemeinek összekapcsolása a hétköznapi jelenségekkel.
     + A 3. típusú feladatlap: kísérlet megtervezése egy, az azt segítő séma kitöltésével.
     + A 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében a konkrét modellkísérlet segítségével önálló kísérlettervezés végrehajtása különböző hétköznapi jelenségek modellezésére.
6. **Módszertani megfontolások**:
   * A modellalkotásról és modellkísérletekről tanultakat tovább bővíthetjük. A tanulóknak olyan különböző szituációkat kell modellezniük, amikor **a fehérjék szerkezetének megváltozása** **a funkciójuk ideiglenes vagy végleges elvesztését okozza**. Pl. nehézfémsó-mérgezés, túl magas láz (a magas hőmérséklet hatására bekövetkező denaturáció: „főtt tojásból nem lesz kiscsirke”…),túl sós ételek fogyasztása.
   * A kísérletek elvégzésekor az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk” elvre nem tudunk következetesen kitérni, mert nehézkes állandó mennyiségű (anyagmennyiségű) reagenst adni minden esetben a tojásfehérje-oldathoz. Arra azonban fel lehet hívni a figyelmet, hogy minden alkalommal a fehérje szerkezetét megváltoztató hatáson (a reagens anyagi minősége, hő) változtatunk, és igyekszünk ehhez közel azonos mennyiségű (pl. egy ujjnyi) tojásfehérje-oldatot használni, valamint a reverzibilitás vizsgálatakor mindig az egész kémcsövet feltöltjük desztillált vízzel úgy, hogy a dugót még be lehessen dugni a homogenizáláshoz.
   * A reverzibilis, illetve irreverzibilis denaturáció magyarázatakor a koordinatív kötések kialakulására csak azon csoportok esetén térjünk ki, akik korábban már tanultak a komplexekről. A feladatlapon szándékosan egyszerűsítettük le ezt a másodrendű, illetve az elsőrendű kötések átrendeződésére.
   * A konyhasó által okozott reverzibilis denaturációt elvileg lehetne helyettesíteni híg sósavval vagy nátrium-hidroxid-oldattal, esetleg etanollal. Viszont a tapasztalatok azt mutatják, hogy a fehérje denaturációja még 2 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat hatására sem látványos. Az etanol esetében pedig kevés tojásfehérje-oldat és reagens használatakor sem tűnt el az oldatból az etanol hatására kicsapódott tojásfehérje, még sok víz hozzáadásakor és hosszabb várakozás után is opálos maradt az oldat. Továbbá a kísérleti tapasztalatok szerint a nagyon híg sósav, illetve desztillált víz hatására a tojásfehérje irreverzibilisen kicsapódik.
   * A konyhasó esetében fontos megemlíteni, hogy a nátrium-klorid kis koncentrációban stabilizáló hatású (ami a fentiekben a desztillált vízről írtak fényében lényeges), nagy koncentrációban viszont koagulációt okoz a fehérjék esetében. Ezért is van kifejezetten fontos szerepe az izotóniás sóoldatnak.
   * A konyhasó fehérjére gyakorolt hatását szemléltető kísérlet esetén tudni kell, hogy a tapasztalatok nem lesznek egyértelműen meggyőzőek. Nagyon figyelni kell ahhoz, hogy a kémcsőben észrevegyük a szálas csapadékot. Azért végeztetjük el ezt is, mert ez egy klasszikus, a praktikumokban is szereplő tanulókísérlet. A só oldódásának ténye előfordulhat tapasztalatként, azonban a feladatlapokon leírt kísérlet lényegét nem befolyásolja. (A feladatlap kipróbálása után az egyik tanár kolléga azt írta, hogy ő évek óta ammónium-szulfát-oldatot használ a nátrium-klorid-oldat helyett a fehérjék reverzibilis kicsapására. Ezért ki lehet ezt is próbálni, ha a konyhasóval végzett kísérlet eredményét nem tartja valaki kielégítőnek.)
   * Az erős savak hatását tanári demonstrációs kísérletként meg lehet mutatni a diákoknak. Ebben az esetben tömény sósavat vagy salétromsav-oldatot érdemes használni. A salétromsavas kísérlet során meg lehet említeni, hogy az erős oxidáló savak nem csak a fehérjék hidrolízisét segítik elő a savas közeg biztosításával, hanem oxidáló hatásukat is kifejtik, és meg lehet említeni a xantoprotein-próbát is.
   * A réz(II)-szulfát hozzáadásakor a hozzáadott kristályok, ill. a csapadék körül lévő oldat színe miatt előfordulhat, hogy a tanulók fehér helyett halványkék csapadékot észlelnek és írnak le.
   * A desztillált vízzel történő hígítás során a diákok ügyeljenek arra, hogy ne rázogassák a bedugaszolt kémcsövet, hanem lassan, fejjel lefelé és vissza forgassák azt. Rázás során ugyanis tojásfehérjehab jelenik meg a folyadék tetején. Érdemes a hígítás után 1-2 percet várni, hogy az oldat kitisztuljon.
7. **Technikai segédlet**:
   * **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez csoportonként**:
     + kb. 6 cm3 tojásfehérje-oldat 3 db számozott kémcsőbe elosztva (ld. Előkészítés)
     + réz(II)-szulfát (kb. 200 mg) feliratozott óraüvegen vagy PET-palack kupakban kiadva
     + nátrium-klorid (kb. 200 mg) feliratozott óraüvegen vagy PET-palack kupakban kiadva
     + 100 cm3 desztillált víz főzőpohárban vagy flaskában
     + 2 db feliratozott vegyszereskanál (CuSO4, NaCl)
     + 3 db gumidugó
     + kémcsőállvány
     + kémcsőfogó
     + borszeszégő
     + gyufa
     + kesztyű
     + védőszemüveg
   * **Előkészítés**:
     + Mint minden más kísérletet, **a jelen feladatlap kísérleteit is ki kell próbálni** a tanórai megvalósítás előtt a rendelkezésre álló anyagokkal, eszközökkel, tojásfehérje-oldattal. Ügyelni kell arra is, hogy ha a kísérletek valamely eszközzel vagy anyaggal nem hajthatók végre kielégítő eredménnyel, akkor maradjon idő azok megfelelő eszközökkel vagy anyagokkal való helyettesítésére.
     + Jelenléti oktatásban az osztály (tanulócsoport) minden tagja számára ki kell nyomtatni az előzetes beosztásnak megfelelő típusú feladatlapot (a piros betűs szöveg törlése után) és egy példányban a tanári változatot is. **Digitális** oktatási módban vagy **otthoni (szorgalmi) feladat** kiadásakor a megfelelő típusú feladatlapot tartalmazó **elektronikusan elérhető (és esetleg a csoport tagjai által közösen is kitölthető) dokumentum linkjét** kell elküldeni a tanulóknak, vagy más módon kell velük megosztani az online kitöltendő feladatlapot.
     + A tojásfehérje-oldatot a szokásos módon kell elkészíteni: a tojásfehérjét el kell választani a tojássárgájától (egy db M-es tojásban kb. 18-20 cm3 tojásfehérje van), majd a tojásfehérjét kicsit fel kell verni és desztillált vízzel kb. kétszeres térfogatúra kell hígítani, végül vattán átszűrni. Fagyasztószekrényben hónapokig eltartható.
     + Az alábbi fényképen látható a tanulócsoportok számára előkészített tálcák képe a 3 db kémcsőbe kimért tojásfehérje-oldattal:

A képen fedett pályás, Laboratóriumi eszközök, Orvosi felszerelés, palack látható

Automatikusan generált leírás

1. ábra: Az egy tanulócsoport számára előkészített tálca képe.

* + A kísérletek eredményei az alábbi felvételeken láthatók:

A képen szöveg, fedett pályás, Átlátszóság, fal látható

Automatikusan generált leírás

2/a. ábra: A tojásfehérje-denaturációja melegítés (1.), réz(II)-szulfát (2.) és konyhasó (3.) hatására.

A képen szöveg, fedett pályás, Átlátszóság, fal látható

Automatikusan generált leírás

2/b. ábra: A 2/a. ábrán látható eredmények nagyítva.

A close up of a glass

Description automatically generated

2/c. ábra: A 3. kémcsőben látható fehérje-denaturáció konyhasó hatására, erősen nagyítva, a kicsapódott fehérjeszál bekarikázva.

A képen fedett pályás, fal, Átlátszóság, fogkefe látható

Automatikusan generált leírás

3. ábra: A denaturált tojásfehérje desztillált vízzel való hígítás után.

* + - Az otthoni változatokhoz tartozó fényképek:

A képen fedett pályás, asztali kerámiaáru, kancsó, kerámia látható

Automatikusan generált leírás A képen szöveg, papír, fedett pályás, írószer látható

Automatikusan generált leírás A képen műanyag, fal, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás

4. ábra: A tojásfehérje-oldat készítéséhez szükséges anyagok, eszközök, valamint az összeállított szűrő.

*A képen piros, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás*

5. ábra: A tojásfehérje-oldat szűrése.

**A képen Konyhai eszközök, asztali kerámiaáru, szerszám, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás**

6. ábra: A kísérletekhez előkészített eszközökről és anyagokról készített fénykép.

A képen fedett pályás, váza, kerámia, palack látható

Automatikusan generált leírás

7. ábra: A tojásfehérje-denaturációja melegítés, rézgálic (2.) és nátrium-klorid (3.) hatására.

A képen folyadék, ital, üdítőital, Átlátszó anyag látható

Automatikusan generált leírás

8. ábra: A 3. sorszámú befőttesüvegben látható fehérje-denaturáció konyhasó hatására, erősen nagyítva, a kicsapódott fehérjeszálak bekarikázva.

A képen palack, Oldat, Oldószer, szöveg látható

Automatikusan generált leírás

9. ábra: A denaturált tojásfehérjék hígítás után.

* + **Balesetvédelem**:
    - A melegítésre (a nyílt láng használata miatt) nagyon kell vigyázni. A kémcsövet csak kémcsőfogóval tartva melegíthetjük. A forró kémcsövet tilos megfogni. A hosszú hajat össze kell fogatni. Melegítés közben gumikesztyűt nem szabad használni.
    - A kémcsövet a melegítés közben állandóan mozgatni kell, nem csak az alját melegítve, és a száját ne irányítsuk se magunk, se más személy felé.
    - A kémcső tartalmának (fel-le forgatással történő) homogenizálásakor tilos azt ujjal befogni, minden esetben az odakészített dugókat kell használni.
    - Ügyelni kell arra, hogy a felhasznált anyagokat a tanulók ne kóstolják meg, illetve ne öntsék magukra vagy egymásra.
  + **Hulladékkezelés**:
    - A réz(II)-szulfátot felhasználó kísérletek maradékát a szervetlen hulladékot tartalmazó gyűjtőedényekbe kell üríteni, a lefolyóba önteni tilos. A többi kísérleti maradék a háztartásban alkalmazott módon kezelhető.

**Főtt tojásból kiscsirke?** (jelenléti oktatás, 1. típus: receptszerű, tanulói)

Gondoltad volna, hogy van valami közös a tojássütésben, az Alzheimer-kórban, a nehézfémsók által okozott mérgezésekben és abban, hogy a másnapos vagy a sok sós ételt fogyasztó ember szomjas? Pedig van: ezek mind a fehérjék szerkezetének megváltozásához köthetőek, ami miatt a fehérjék **nem képesek ellátni eredeti feladatukat** (funkcióikat), mivel **denaturálódnak**. Ha a változás **visszafordítható (reverzibilis)** folyamat, akkor a fehérje szerkezete vízzel való hígítással regenerálható. Ilyen folyamat például a dehidratáció, azaz vízelvonás, sós ételek vagy alkohol fogyasztása esetén. Ha viszont **nem visszafordítható kémiai (irreverzibilis)** folyamat megy végbe, a fehérje véglegesen denaturálódik, kicsapódik (**koagulál**). A főtt tojásból például nem lesz kiscsirke…

A tálcátokon lévő anyagok és eszközök felhasználásával olyan **modellkísérleteket** fogtok végrehajtani, amelyek segítségével megállapítható, hogy az alábbi esetekben reverzibilis vagy irreverzibilis fehérje-denaturáció történik!

I. Hosszabb ideig túl magas lázzal küzd valakinek a szervezete.

II. Nehézfémsó-mérgezés történik, mert például ecetes ételt állni hagynak a rézedényben.

III. A moziban szomjas lesz valaki a sok sós csipsz elfogyasztása után.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK: tojásfehérje-oldat 3 db kémcsőben, réz(II)-szulfát, nátrium-klorid, desztillált víz, 3 db gumidugó, kémcsőállvány, kémcsőfogó, 2 db vegyszereskanál, borszeszégő, gyufa, kesztyű, védőszemüveg.

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat. Egészítsétek ki a szöveget a megfelelő szavak beírásával, illetve a helyes szavak aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő ~~áthúzásával~~!**

KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I. kísérlet: | II. kísérlet: | III. kísérlet: |
| (1) Öntsetek 1 ujjnyi (kb. 2 cm3) tojásfehérje-oldatot a kémcsőbe.  (2) A borszeszégővel óvatosan melegítsétek az oldatot addig, amíg változást észleltek.  (3) Desztillált vízzel hígítsátok a kémcső tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. | (1) Öntsetek 1 ujjnyi (kb. 2 cm3) tojásfehérje-oldatot a kémcsőbe.  (2) Adjatok hozzá kevés réz(II)-szulfátot addig, amíg változást tapasztaltok, és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Desztillált vízzel hígítsátok a kémcső tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. | 1) Öntsetek 1 ujjnyi (kb. 2 cm3) tojásfehérje-oldatot a kémcsőbe.  (2) Adjatok hozzá kevés nátrium-kloridot addig, amíg változást tapasztaltok, és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Desztillált vízzel hígítsátok a kémcső tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. |

1. TAPASZTALATOK:

I. kísérlet: A kémcsőben ……………………………. színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

II. kísérlet: A kémcsőben …………………………… színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

III. kísérlet: A kémcsőben …………………………… színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

2. MAGYARÁZAT:

I. kísérlet: A …………………………………………. hatására történő **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jön létre/jön létre**.

II. kísérlet: A …………………………………………. hatására történő **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

III. kísérlet: A …………………………………………. hatására történő **reverzibilis/irreverzibilis** denaturációtörténik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

3. KÖVETKEZTETÉS: ……………………………………………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

4. GONDOLKODJUNK! Az alábbiakban hét olyan fehérje-denaturáció leírását találjátok, amelyekkel a hétköznapokban is lehet találkozni. Döntsétek el, hogy az adott esetben mi okozza a fehérje denaturációját, valamint azt, hogy reverzibilis (**R**) vagy irreverzibilis (**I**) típusba sorolható-e a fehérjék szerkezetének megváltozása!

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ESETLEÍRÁS | OK | TÍPUS |
| 1. Tömény salétromsav kerül valakinek a kezére kísérletezés közben. |  |  |
| 2. Alkoholfogyasztás után dehidratálttá válik valaki. |  |  |
| 3. Konyhai kesztyű nélkül nyúlt valaki a forró tepsihez és megégette a kezét. |  |  |
| 4. Szilárd szemcsés lúgot tartalmazó lefolyótisztító pattant valakinek a szemébe. |  |  |
| 5. Régen, ólomcsövekből készült vízvezetékből vett vízből ivott valaki. |  |  |
| 6. A tojás főzés közben megkeményedik. |  |  |
| 7. Gomba- és baktériumölő szerként rézgálicot használnak a mezőgazdaságban. |  |  |

**Főtt tojásból kiscsirke?** (jelenléti oktatás, 1. típus: receptszerű, tanári)

Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérletezésre azzal, hogy kiemelik a kísérletek fontosságát a természettudományokban, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.

Gondoltad volna, hogy van valami közös a tojássütésben, az Alzheimer-kórban, a nehézfémsók által okozott mérgezésekben és abban, hogy a másnapos vagy a sok sós ételt fogyasztó ember szomjas? Pedig van: ezek mind a fehérjék szerkezetének megváltozásához köthetők, ami miatt a fehérjék **nem képesek ellátni eredeti feladatukat** (funkcióikat), mivel **denaturálódnak**. Ha a változás **visszafordítható (reverzibilis) folyamat, akkor a fehérje** szerkezete vízzel való hígítással regenerálható. Ilyen folyamat például a dehidratáció, azaz vízelvonás, sós ételek vagy alkohol fogyasztása esetén. Ha viszont **nem visszafordítható kémiai** **(irreverzibilis)** folyamat megy végbe, a fehérje véglegesen denaturálódik, kicsapódik (**koagulál**). A főtt tojásból például nem lesz kiscsirke…

A tálcátokon lévő anyagok és eszközök felhasználásával olyan **modellkísérleteket** fogtok végrehajtani, amelyek segítségével megállapítható, hogy az alábbi esetekben reverzibilis vagy irreverzibilis fehérje-denaturáció történik!

I. Hosszabb ideig túl magas lázzal küzd valakinek a szervezete.

II. Nehézfémsó-mérgezés történik, mert például ecetes ételt állni hagynak a rézedényben.

III. A moziban szomjas lesz valaki a sok sós csipsz elfogyasztása után.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK: tojásfehérje-oldat 3 db kémcsőben, réz(II)-szulfát, nátrium-klorid, desztillált víz, 3 db gumidugó, kémcsőállvány, kémcsőfogó, 2 db vegyszereskanál, borszeszégő, gyufa, kesztyű, védőszemüveg.

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat. Egészítsétek ki a szöveget a megfelelő szavak beírásával, illetve a helyes szavak aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő ~~áthúzásával~~!**

KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I. kísérlet: | II. kísérlet: | III. kísérlet: |
| (1) Öntsetek 1 ujjnyi (kb. 2 cm3) tojásfehérje-oldatot a kémcsőbe.  (2) A borszeszégővel óvatosan melegítsétek az oldatot addig, amíg változást észleltek.  (3) Desztillált vízzel hígítsátok a kémcső tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. | (1) Öntsetek 1 ujjnyi (kb. 2 cm3) tojásfehérje-oldatot a kémcsőbe.  (2) Adjatok hozzá kevés réz(II)-szulfátot addig, amíg változást tapasztaltok, és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Desztillált vízzel hígítsátok a kémcső tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. | 1) Öntsetek 1 ujjnyi (kb. 2 cm3) tojásfehérje-oldatot a kémcsőbe.  (2) Adjatok hozzá kevés nátrium-kloridot addig, amíg változást tapasztaltok, és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Desztillált vízzel hígítsátok a kémcső tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. |

1. TAPASZTALATOK:

I. kísérlet: A kémcsőben fehér színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

II. kísérlet: A kémcsőben fehér / kékes színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

III. kísérlet: A kémcsőben fehér színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

2. MAGYARÁZAT:

I. kísérlet: A melegítés hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jön létre/jön létre**.

II. kísérlet: A réz(II)-szulfát hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

III. kísérlet: A nátrium-klorid hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

3. KÖVETKEZTETÉS: A fehérjék magas hőmérséklet és nehézfémsók hatására irreverzibilis, könnyűfémsók hatására reverzibilis módon denaturálódnak.

4. GONDOLKODJUNK! Az alábbiakban hét olyan fehérje-denaturáció leírását találjátok, amelyekkel a hétköznapokban is lehet találkozni. Döntsétek el, hogy az adott esetben mi okozza a fehérje denaturációját, valamint azt, hogy reverzibilis (**R**) vagy irreverzibilis (**I**) típusba sorolható-e a fehérjék szerkezetének megváltozása!

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ESETLEÍRÁS | OK | TÍPUS |
| 1. Tömény salétromsav kerül valakinek a kezére kísérletezés közben. | tömény erős sav | I |
| 2. Alkoholfogyasztás után dehidratálttá válik valaki. | etil-alkohol | R |
| 3. Konyhai kesztyű nélkül nyúlt valaki a forró tepsihez és megégette a kezét. | magas hőmérséklet | I |
| 4. Szilárd szemcsés lúgot tartalmazó lefolyótisztító pattant valakinek a szemébe. | tömény erős lúg | I |
| 5. Régen, ólomcsövekből készült vízvezetékből vett vízből ivott valaki. | nehézfémsó | I |
| 6. A tojás főzés közben megkeményedik. | magas hőmérséklet | I |
| 7. Gomba- és baktériumölő szerként rézgálicot használnak a mezőgazdaságban. | nehézfémsó | I |

**Főtt tojásból kiscsirke?** (jelenléti oktatás, 2. típus: recept+magyarázat, tanulói)

Gondoltad volna, hogy van valami közös a tojássütésben, az Alzheimer-kórban, a nehézfémsók által okozott mérgezésekben és abban, hogy a másnapos vagy a sok sós ételt fogyasztó ember szomjas? Pedig van: ezek mind a fehérjék szerkezetének megváltozásához köthetők, ami miatt a fehérjék **nem képesek ellátni eredeti feladatukat** (funkcióikat), mivel **denaturálódnak**. Ha a változás **visszafordítható (reverzibilis) folyamat, akkor a fehérje** szerkezete vízzel való hígítással regenerálható. Ilyen folyamat például a dehidratáció, azaz vízelvonás, sós ételek vagy alkohol fogyasztása esetén. Ha viszont **nem visszafordítható kémiai** **(irreverzibilis)** folyamat megy végbe, a fehérje véglegesen denaturálódik, kicsapódik (**koagulál**). A főtt tojásból például nem lesz kiscsirke…

A tálcátokon lévő anyagok és eszközök felhasználásával olyan **modellkísérleteket** fogtok végrehajtani, amelyek segítségével megállapítható, hogy az alábbi esetekben reverzibilis vagy irreverzibilis fehérje-denaturáció történik!

I. Hosszabb ideig túl magas lázzal küzd valakinek a szervezete.

II. Nehézfémsó-mérgezés történik, mert például ecetes ételt állni hagynak a rézedényben.

III. A moziban szomjas lesz valaki a sok sós csipsz elfogyasztása után.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK: tojásfehérje-oldat 3 db kémcsőben, réz(II)-szulfát, nátrium-klorid, desztillált víz, 3 db gumidugó, kémcsőállvány, kémcsőfogó, 2 db vegyszereskanál, borszeszégő, gyufa, kesztyű, védőszemüveg.

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat. Egészítsétek ki a szöveget a megfelelő szavak beírásával, illetve a helyes szavak aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő ~~áthúzásával~~!**

KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I. kísérlet: | II. kísérlet: | III. kísérlet: |
| (1) Öntsetek 1 ujjnyi (kb. 2 cm3) tojásfehérje-oldatot a kémcsőbe.  (2) A borszeszégővel óvatosan melegítsétek az oldatot addig, amíg változást észleltek.  (3) Desztillált vízzel hígítsátok a kémcső tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. | (1) Öntsetek 1 ujjnyi (kb. 2 cm3) tojásfehérje-oldatot a kémcsőbe.  (2) Adjatok hozzá kevés réz(II)-szulfátot addig, amíg változást tapasztaltok, és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Desztillált vízzel hígítsátok a kémcső tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. | 1) Öntsetek 1 ujjnyi (kb. 2 cm3) tojásfehérje-oldatot a kémcsőbe.  (2) Adjatok hozzá kevés nátrium-kloridot addig, amíg változást tapasztaltok, és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Desztillált vízzel hígítsátok a kémcső tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. |

1. TAPASZTALATOK:

I. kísérlet: A kémcsőben ……………………………. színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

II. kísérlet: A kémcsőben …………………………… színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

III. kísérlet: A kémcsőben …………………………… színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

2. MAGYARÁZAT:

I. kísérlet: A …………………………………………. hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jön létre/jön létre**.

II. kísérlet: A …………………………………………. hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

III. kísérlet: A …………………………………………. hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

3. KÖVETKEZTETÉS: ……………………………………………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. A következő kérdésekre adott válaszaitok segítenek ebben.**

4. MIVEL HELYETTESÍTETTÉTEK (MODELLEZTÉTEK) A KÍSÉRLETBEN A TESTÜNKBEN LÉVŐ FEHÉRJÉKET?

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

5. MI VOLT FÜGGETLEN VÁLTOZÓ, AMELYET NEKTEK KELLETT VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLET SORÁN? **(EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!)** …………………………………………………………………………………………………….

6. MI VOLT A FÜGGŐ VÁLTOZÓ? …………………………………………………………………………………………………………………………..

7. HOGYAN TUDTÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT? ……………………………………………………………………………….

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

8. EZ VOLT A FELTÉTELEZÉS (HIPOTÉZIS): Ha ………………………………………………………………………………………………… (a független változó a tervezett módon változik), akkor ……..……………………………………………………………………….. (a függő változó ilyen módon változik).

9. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYIK/MELYEK VOLT(AK) AZ ÁLLANDÓ(K), AMELYIKNEK/AMELYEKNEK UGYANOLYAN(OK)NAK KELLETT LENNIE/LENNIÜK MINDEN KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **X** jellel!

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ☐ | A fehérjeoldat térfogata. | ☐ | A műveletek sorrendje. |
| ☐ | A kísérletet végző személye. | ☐ | A fehérjeoldat koncentrációja. |

10. GONDOLKODJUNK! Az alábbiakban hét olyan fehérje-denaturáció leírását találjátok, amelyekkel a hétköznapokban is lehet találkozni. Döntsétek el, hogy az adott esetben mi okozza a fehérje denaturációját, valamint azt, hogy reverzibilis (**R**) vagy irreverzibilis (**I**) típusba sorolható-e a fehérjék szerkezetének megváltozása!

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ESETLEÍRÁS | OK | TÍPUS |
| 1. Tömény salétromsav kerül valakinek a kezére kísérletezés közben. |  |  |
| 2. Alkoholfogyasztás után dehidratálttá válik valaki. |  |  |
| 3. Konyhai kesztyű nélkül nyúlt valaki a forró tepsihez és megégette a kezét. |  |  |
| 4. Szilárd szemcsés lúgot tartalmazó lefolyótisztító pattant valakinek a szemébe. |  |  |
| 5. Régen, ólomcsövekből készült vízvezetékből vett vízből ivott valaki. |  |  |
| 6. A tojás főzés közben megkeményedik. |  |  |
| 7. Gomba- és baktériumölő szerként rézgálicot használnak a mezőgazdaságban. |  |  |

**Főtt tojásból kiscsirke?** (jelenléti oktatás, 2. típus: recept+magyarázat, tanári)

Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérlettervezéssel kapcsolatos kérdések megválaszolására azzal, hogy kiemelik annak hasznosságát, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.

Gondoltad volna, hogy van valami közös a tojássütésben, az Alzheimer-kórban, a nehézfémsók által okozott mérgezésekben és abban, hogy a másnapos vagy a sok sós ételt fogyasztó ember szomjas? Pedig van: ezek mind a fehérjék szerkezetének megváltozásához köthetők, ami miatt a fehérjék **nem képesek ellátni eredeti feladatukat** (funkcióikat), mivel **denaturálódnak**. Ha a változás **visszafordítható (reverzibilis) folyamat, akkor a fehérje** szerkezete vízzel való hígítással regenerálható. Ilyen folyamat például a dehidratáció, azaz vízelvonás, sós ételek vagy alkohol fogyasztása esetén. Ha viszont **nem visszafordítható kémiai** **(irreverzibilis)** folyamat megy végbe, a fehérje véglegesen denaturálódik, kicsapódik (**koagulál**). A főtt tojásból például nem lesz kiscsirke…

A tálcátokon lévő anyagok és eszközök felhasználásával olyan **modellkísérleteket** fogtok végrehajtani, amelyek segítségével megállapítható, hogy az alábbi esetekben reverzibilis vagy irreverzibilis fehérje-denaturáció történik!

I. Hosszabb ideig túl magas lázzal küzd valakinek a szervezete.

II. Nehézfémsó-mérgezés történik, mert például ecetes ételt állni hagynak a rézedényben.

III. A moziban szomjas lesz valaki a sok sós csipsz elfogyasztása után.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK: tojásfehérje-oldat 3 db kémcsőben, réz(II)-szulfát, nátrium-klorid, desztillált víz, 3 db gumidugó, kémcsőállvány, kémcsőfogó, 2 db vegyszereskanál, borszeszégő, gyufa, kesztyű, védőszemüveg.

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat. Egészítsétek ki a szöveget a megfelelő szavak beírásával, illetve a helyes szavak aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő ~~áthúzásával~~!**

KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I. kísérlet: | II. kísérlet: | III. kísérlet: |
| (1) Öntsetek 1 ujjnyi (kb. 2 cm3) tojásfehérje-oldatot a kémcsőbe.  (2) A borszeszégővel óvatosan melegítsétek az oldatot addig, amíg változást észleltek.  (3) Desztillált vízzel hígítsátok a kémcső tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. | (1) Öntsetek 1 ujjnyi (kb. 2 cm3) tojásfehérje-oldatot a kémcsőbe.  (2) Adjatok hozzá kevés réz(II)-szulfátot addig, amíg változást tapasztaltok, és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Desztillált vízzel hígítsátok a kémcső tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. | 1) Öntsetek 1 ujjnyi (kb. 2 cm3) tojásfehérje-oldatot a kémcsőbe.  (2) Adjatok hozzá kevés nátrium-kloridot addig, amíg változást tapasztaltok, és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Desztillált vízzel hígítsátok a kémcső tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. |

1. TAPASZTALATOK:

I. kísérlet: A kémcsőben fehér színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

II. kísérlet: A kémcsőben fehér / kékes színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

III. kísérlet: A kémcsőben fehér színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

2. MAGYARÁZAT:

I. kísérlet: A melegítés hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jön létre/jön létre**.

II. kísérlet: A réz(II)-szulfát hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

III. kísérlet: A nátrium-klorid hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

3. KÖVETKEZTETÉS: A fehérjék magas hőmérséklet és nehézfémsók hatására irreverzibilis, könnyűfémsók hatására reverzibilis módon denaturálódnak.

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. A következő kérdésekre adott válaszaitok segítenek ebben.**

4. MIVEL HELYETTESÍTETTÉTEK (MODELLEZTÉTEK) A KÍSÉRLETBEN A TESTÜNKBEN LÉVŐ FEHÉRJÉKET?

Tojásfehérje-oldattal.

5. MI VOLT FÜGGETLEN VÁLTOZÓ, AMELYET NEKTEK KELLETT VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLET SORÁN? **(EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!)**

A fehérje denaturációját okozó roncsoló hatások/külső behatások (magas hőmérséklet, nehéz- és könnyűfémsó).

6. MI VOLT A FÜGGŐ VÁLTOZÓ?

A fehérjedenaturáció típusa – reverzibilis vagy irreverzibilis.

7. HOGYAN TUDTÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

Desztillált vizet adtunk a denaturált fehérjéhez, és homogenizáltuk az így keletkezett rendszerünket.

8. EZ VOLT A FELTÉTELEZÉS (HIPOTÉZIS): Ha a fehérjemintánkat valamilyen roncsoló hatásnak tesszük ki (a független változó a tervezett módon változik), akkor reverzibilis vagy irreverzibilis módon fog denaturálódni a fehérje (a függő változó ilyen módon változik).

9. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYIK/MELYEK VOLT(AK) AZ ÁLLANDÓ(K), AMELYIKNEK/AMELYEKNEK UGYANOLYAN(OK)NAK KELLETT LENNIE/LENNIÜK MINDEN KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **X** jellel!

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ☐ | A fehérjeoldat térfogata. | ☒ | A műveletek sorrendje. |
| ☐ | A kísérletet végző személye. | ☒ | A fehérjeoldat koncentrációja. |

10. GONDOLKODJUNK! Az alábbiakban hét olyan fehérje-denaturáció leírását találjátok, amelyekkel a hétköznapokban is lehet találkozni. Döntsétek el, hogy az adott esetben mi okozza a fehérje denaturációját, valamint azt, hogy reverzibilis (**R**) vagy irreverzibilis (**I**) típusba sorolható-e a fehérjék szerkezetének megváltozása!

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ESETLEÍRÁS | OK | TÍPUS |
| 1. Tömény salétromsav kerül valakinek a kezére kísérletezés közben. | tömény erős sav | I |
| 2. Alkoholfogyasztás után dehidratálttá válik valaki. | etil-alkohol | R |
| 3. Konyhai kesztyű nélkül nyúlt valaki a forró tepsihez és megégette a kezét. | magas hőmérséklet | I |
| 4. Szilárd szemcsés lúgot tartalmazó lefolyótisztító pattant valakinek a szemébe. | tömény erős lúg | I |
| 5. Régen, ólomcsövekből készült vízvezetékből vett vízből ivott valaki. | nehézfémsó | I |
| 6. A tojás főzés közben megkeményedik. | magas hőmérséklet | I |
| 7. Gomba- és baktériumölő szerként rézgálicot használnak a mezőgazdaságban. | nehézfémsó | I |

**Főtt tojásból kiscsirke?** (jelenléti oktatás, 3. típus: kísérlettervező, tanulói)

Gondoltad volna, hogy van valami közös a tojássütésben, az Alzheimer-kórban, a nehézfémsók által okozott mérgezésekben és abban, hogy a másnapos vagy a sok sós ételt fogyasztó ember szomjas? Pedig van: ezek mind a fehérjék szerkezetének megváltozásához köthetők, ami miatt a fehérjék **nem képesek ellátni eredeti feladatukat** (funkcióikat), mivel **denaturálódnak**. Ha a változás **visszafordítható (reverzibilis) folyamat, akkor a fehérje** szerkezete vízzel való hígítással regenerálható. Ilyen folyamat például a dehidratáció, azaz vízelvonás, sós ételek vagy alkohol fogyasztása esetén. Ha viszont **nem visszafordítható kémiai** **(irreverzibilis)** folyamat megy végbe, a fehérje véglegesen denaturálódik, kicsapódik (**koagulál**). A főtt tojásból például nem lesz kiscsirke…

A tálcátokon lévő anyagok és eszközök felhasználásával **tervezzetek olyan modellkísérleteket**, amelyek segítségével megállapítható, hogy az alábbi esetekben reverzibilis vagy irreverzibilis fehérje-denaturáció történik!

I. Hosszabb ideig túl magas lázzal küzd valakinek a szervezete.

II. Nehézfémsó-mérgezés történik, mert például ecetes ételt állni hagynak a rézedényben.

III. A moziban szomjas lesz valaki a sok sós csipsz elfogyasztása után.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK: tojásfehérje-oldat 3 db kémcsőben, réz(II)-szulfát, nátrium-klorid, desztillált víz, 3 db gumidugó, kémcsőállvány, kémcsőfogó, 2 db vegyszereskanál, borszeszégő, gyufa, kesztyű, védőszemüveg.

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. A következő kérdésekre adott válaszaitok segítenek ebben.**

1. MIVEL TUDJÁTOK HELYETTESÍTENI (MODELLEZNI) A KÍSÉRLETBEN A TESTÜNKBEN LÉVŐ FEHÉRJÉKET?

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

2. MI A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ, AMELYET NEKTEK KELL VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLET SORÁN? **(EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!)** …………………………………………………………………………………………………………………….

3. MI A FÜGGŐ VÁLTOZÓ? ……………………………………………………………………………………………………………………………………

4. HOGYAN TUDJÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT? ……………………………………………………………………………….

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

5. FELTÉTELEZÉS (HIPOTÉZIS): Ha ………………………………………………………………………………………………………… (a független változó a tervezett módon változik), akkor ……..……………………………………………………………………….. (a függő változó ilyen módon változik).

6. HOGYAN VÁLTOZHAT A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ? (Tervezzétek meg, mit kell tenni a kémcsövekbe az egyes kísérletek során!)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I. kísérlet: | II. kísérlet: | III. kísérlet: |
|  |  |  |
| Csoportok száma az osztályban: | Csoportok száma az osztályban: | Csoportok száma az osztályban: |

7. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYIK/MELYEK LESZ(NEK) AZ ÁLLANDÓ(K), AMELYIKNEK/AMELYEKNEK UGYANOLYAN(OK)NAK KELL LENNIE/LENNIÜK MINDEN KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **X** jellel!

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ☐ | A fehérjeoldat térfogata. | ☐ | A műveletek sorrendje. |
| ☐ | A kísérletet végző személye. | ☐ | A fehérjeoldat koncentrációja. |

8. A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I. kísérlet: | II. kísérlet: | III. kísérlet: |
|  |  |  |

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat. Egészítsétek ki a szöveget a megfelelő szavak beírásával, illetve a helyes szavak aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő ~~áthúzásával~~!**

9. TAPASZTALATOK:

I. kísérlet: A kémcsőben ……………………………. színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

II. kísérlet: A kémcsőben …………………………… színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

III. kísérlet: A kémcsőben …………………………… színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

10. MAGYARÁZAT:

I. kísérlet: A …………………………………………. hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jön létre/jön létre**.

II. kísérlet: A …………………………………………. hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

III. kísérlet: A …………………………………………. hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

11. KÖVETKEZTETÉS: ……………………………………………………………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

12. GONDOLKODJUNK! Az alábbiakban hét olyan fehérje-denaturáció leírását találjátok, amelyekkel a hétköznapokban is lehet találkozni. Döntsétek el, hogy az adott esetben mi okozza a fehérje denaturációját, valamint azt, hogy reverzibilis (**R**) vagy irreverzibilis (**I**) típusba sorolható-e a fehérjék szerkezetének megváltozása!

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ESETLEÍRÁS | OK | TÍPUS |
| 1. Tömény salétromsav kerül valakinek a kezére kísérletezés közben. |  |  |
| 2. Alkoholfogyasztás után dehidratálttá válik valaki. |  |  |
| 3. Konyhai kesztyű nélkül nyúlt valaki a forró tepsihez és megégette a kezét. |  |  |
| 4. Szilárd szemcsés lúgot tartalmazó lefolyótisztító pattant valakinek a szemébe. |  |  |
| 5. Régen, ólomcsövekből készült vízvezetékből vett vízből ivott valaki. |  |  |
| 6. A tojás főzés közben megkeményedik. |  |  |
| 7. Gomba- és baktériumölő szerként rézgálicot használnak a mezőgazdaságban. |  |  |

**Főtt tojásból kiscsirke?** (jelenléti oktatás, 3. típus: kísérlettervező, tanári)

Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérlettervezéssel kapcsolatos kérdések megválaszolására azzal, hogy kiemelik annak hasznosságát, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.

Gondoltad volna, hogy van valami közös a tojássütésben, az Alzheimer-kórban, a nehézfémsók által okozott mérgezésekben és abban, hogy a másnapos vagy a sok sós ételt fogyasztó ember szomjas? Pedig van: ezek mind a fehérjék szerkezetének megváltozásához köthetők, ami miatt a fehérjék **nem képesek ellátni eredeti feladatukat** (funkcióikat), mivel **denaturálódnak**. Ha a változás **visszafordítható (reverzibilis) folyamat, akkor a fehérje** szerkezete vízzel való hígítással regenerálható. Ilyen folyamat például a dehidratáció, azaz vízelvonás, sós ételek vagy alkohol fogyasztása esetén. Ha viszont **nem visszafordítható kémiai** **(irreverzibilis)** folyamat megy végbe, a fehérje véglegesen denaturálódik, kicsapódik (**koagulál**). A főtt tojásból például nem lesz kiscsirke…

A tálcátokon lévő anyagok és eszközök felhasználásával **tervezzetek olyan modellkísérleteket**, amelyek segítségével megállapítható, hogy az alábbi esetekben reverzibilis vagy irreverzibilis fehérje-denaturáció történik!

I. Hosszabb ideig túl magas lázzal küzd valakinek a szervezete.

II. Nehézfémsó-mérgezés történik, mert például ecetes ételt állni hagynak a rézedényben.

III. A moziban szomjas lesz valaki a sok sós csipsz elfogyasztása után.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK: tojásfehérje-oldat 3 db kémcsőben, réz(II)-szulfát, nátrium-klorid, desztillált víz, 3 db gumidugó, kémcsőállvány, kémcsőfogó, 2 db vegyszereskanál, borszeszégő, gyufa, kesztyű, védőszemüveg.

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. A következő kérdésekre adott válaszaitok segítenek ebben.**

1. MIVEL TUDJÁTOK HELYETTESÍTENI (MODELLEZNI) A KÍSÉRLETBEN A TESTÜNKBEN LÉVŐ FEHÉRJÉKET?

Tojásfehérje-oldattal.

2. MI A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ, AMELYET NEKTEK KELL VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLET SORÁN? **(EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!)**

A fehérje denaturációját okozó roncsoló hatások/külső behatások (magas hőmérséklet, nehéz- és könnyűfémsó).

3. MI A FÜGGŐ VÁLTOZÓ?

A fehérje-denaturáció típusa – reverzibilis vagy irreverzibilis.

4. HOGYAN TUDJÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

Desztillált vizet adunk a denaturált fehérjéhez és homogenizáljuk az így keletkezett rendszerünket.

5. FELTÉTELEZÉS (HIPOTÉZIS): Ha a fehérjemintánkat valamilyen roncsoló hatásnak tesszük ki (a független változó a tervezett módon változik), akkor reverzibilis vagy irreverzibilis módon fog denaturálódni a fehérje (a függő változó ilyen módon változik).

6. HOGYAN VÁLTOZHAT A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ? (Tervezzétek meg, mit kell tenni a kémcsövekbe az egyes kísérletek során!)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I. kísérlet: | II. kísérlet: | III. kísérlet: |
| tojásfehérje-oldat + melegítés a változás észleléséig +  hígítás desztillált vízzel + homogenizálás | tojásfehérje-oldat + réz(II)-szulfát a változás észleléséig +  hígítás desztillált vízzel + homogenizálás | tojásfehérje-oldat + nátrium-klorid a változás észleléséig +  hígítás desztillált vízzel + homogenizálás |
| Csoportok száma az osztályban: | Csoportok száma az osztályban: | Csoportok száma az osztályban: |

7. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYIK/MELYEK LESZ(NEK) AZ ÁLLANDÓ(K), AMELYIKNEK/AMELYEKNEK UGYANOLYAN(OK)NAK KELL LENNIE/LENNIÜK MINDEN KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **X** jellel!

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ☐ | A fehérjeoldat térfogata. | ☒ | A műveletek sorrendje. |
| ☐ | A kísérletet végző személye. | ☒ | A fehérjeoldat koncentrációja. |

8. A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I. kísérlet: | II. kísérlet: | III. kísérlet: |
| (1) Kémcsőbe 1 ujjnyi tojásfehérje-oldatot öntünk.  (2) A borszeszégővel óvatosan elkezdjük melegíteni az oldatot és megfigyeljük, mi történik.  (3) Desztillált vízzel hígítjuk a kémcső tartalmát, homogenizáljuk és megfigyeljük a jelenséget. | (1) Kémcsőbe 1 ujjnyi tojásfehérje-oldatot öntünk.  (2) Kevés réz(II)-szulfátot adagolunk hozzá addig, amíg változást tapasztalunk, és megfigyeljük, mi történik.  (3) Desztillált vízzel hígítjuk a kémcső tartalmát, homogenizáljuk és megfigyeljük a jelenséget. | (1) Kémcsőbe 1 ujjnyi tojásfehérje-oldatot öntünk.  (2) Kevés nátrium-kloridot adagolunk hozzá addig, amíg változást tapasztalunk, és megfigyeljük, mi történik.  (3) Desztillált vízzel hígítjuk a kémcső tartalmát, homogenizáljuk és megfigyeljük a jelenséget. |

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat. Egészítsétek ki a szöveget a megfelelő szavak beírásával, illetve a helyes szavak aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő ~~áthúzásával~~!**

9. TAPASZTALATOK:

I. kísérlet: A kémcsőben fehér színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

II. kísérlet: A kémcsőben fehér / kékes színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

III. kísérlet: A kémcsőben fehér színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

10. MAGYARÁZAT:

I. kísérlet: A melegítés hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jön létre/jön létre**.

II. kísérlet: A réz(II)-szulfát hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

III. kísérlet: A nátrium-klorid hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

11. KÖVETKEZTETÉS: A fehérjék magas hőmérséklet és nehézfémsók hatására irreverzibilis, könnyűfémsók hatására reverzibilis módon denaturálódnak.

12. GONDOLKODJUNK! Az alábbiakban hét olyan fehérje-denaturáció leírását találjátok, amelyekkel a hétköznapokban is lehet találkozni. Döntsétek el, hogy az adott esetben mi okozza a fehérje denaturációját, valamint azt, hogy reverzibilis (**R**) vagy irreverzibilis (**I**) típusba sorolható-e a fehérjék szerkezetének megváltozása!

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ESETLEÍRÁS | OK | TÍPUS |
| 1. Tömény salétromsav kerül valakinek a kezére kísérletezés közben. | tömény erős sav | I |
| 2. Alkoholfogyasztás után dehidratálttá válik valaki. | etil-alkohol | R |
| 3. Konyhai kesztyű nélkül nyúlt valaki a forró tepsihez és megégette a kezét. | magas hőmérséklet | I |
| 4. Szilárd szemcsés lúgot tartalmazó lefolyótisztító pattant valakinek a szemébe. | tömény erős lúg | I |
| 5. Régen, ólomcsövekből készült vízvezetékből vett vízből ivott valaki. | nehézfémsó | I |
| 6. A tojás főzés közben megkeményedik. | magas hőmérséklet | I |
| 7. Gomba- és baktériumölő szerként rézgálicot használnak a mezőgazdaságban. | nehézfémsó | I |

**Főtt tojásból kiscsirke?** (otthoni, 1. típus: receptszerű, tanulói)

Gondoltad volna, hogy van valami közös a tojássütésben, az Alzheimer-kórban, a nehézfémsók által okozott mérgezésekben és abban, hogy a másnapos vagy a sok sós ételt fogyasztó ember szomjas? Pedig van: ezek mind a fehérjék szerkezetének megváltozásához köthetők, ami miatt a fehérjék **nem képesek ellátni eredeti feladatukat** (funkcióikat), mivel **denaturálódnak**. Ha a változás **visszafordítható (reverzibilis) folyamat, akkor a fehérje** szerkezete vízzel való hígítással regenerálható. Ilyen folyamat például a dehidratáció, azaz vízelvonás, sós ételek vagy alkohol fogyasztása esetén. Ha viszont **nem visszafordítható kémiai** **(irreverzibilis)** folyamat megy végbe, a fehérje véglegesen denaturálódik, kicsapódik (**koagulál**). A főtt tojásból például nem lesz kiscsirke…

A rendelkezésre álló anyagok és eszközök felhasználásával olyan **modellkísérleteket** fogtok végrehajtani, amelyek segítségével megállapítható, hogy az alábbi esetekben reverzibilis vagy irreverzibilis fehérje-denaturáció történik!

I. Hosszabb ideig túl magas lázzal küzd valakinek a szervezete.

II. Nehézfémsó-mérgezés történik, mert például ecetes ételt állni hagynak a rézedényben.

III. A moziban szomjas lesz valaki a sok sós csipsz elfogyasztása után.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:

|  |  |
| --- | --- |
| * 15-20 cm3 tojásfehérje-oldat * CuSO4·5 H2O (rézgálic) * NaCl (konyhasó) * csapvíz * tálca * 2 db kiskanál * 1 db serpenyő * 2 db közel egyforma kicsi befőttesüveg tetővel * 1 db szemcseppentő (egy adott helyen jelzéssel ellátva, a tojásfehérje-oldat adagolására) | * 1 db villa * 1 db nagy befőttesüveg * 1 db konyhai tölcsér * 1 db térfogatmérésre alkalmas eszköz a tojásfehérje-oldat készítéséhez (konyhai mérőedény vagy mosószer-adagoló) * vatta (vagy vattapamacs vagy vattakorong) * alkoholos filc * papírtörlő * tűzhely * védőkesztyű * védőszemüveg |

**Előkészítés:**

* A rézgálic (100 g ára 320 Ft volt 2023.08.28-án) beszerezhetőek vegyszerboltokban, pl.: [Kapcsolat – AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/).
* Nátrium-klorid bármely élelmiszerboltban beszerezhető „konyhasó” vagy „só” néven.
* A tojásfehérje-oldat elkészítéséhez egy db M-es méretű tojást válassz szét sárgájára és fehérjéjére. A fehérjéhez adj közel azonos térfogatú csapvizet, majd a térfogatmérő edényben villával alaposan verd föl az oldatot. Ezek után a szűréshez tegyél vékony vattaréteget a tölcsér aljára és öntsd rá az oldatot, majd várd meg amíg átszűrődik a tiszta tojásfehérje-oldat.

A képen fedett pályás, asztali kerámiaáru, kancsó, kerámia látható

Automatikusan generált leírás A képen szöveg, papír, fedett pályás, írószer látható

Automatikusan generált leírás A képen műanyag, fal, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás

A tojásfehérje-oldat készítéséhez szükséges anyagok, eszközök, valamint az összeállított szűrő.

*A képen piros, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás*

A tojásfehérje-oldat szűrése.

* A kupakokat mindenképp feliratozni kell, hogy ne lehessen összekeverni, hogy melyikben melyik só található.
* A kísérletekhez előkészített eszközökről és anyagokról készített fénykép:

**A képen Konyhai eszközök, asztali kerámiaáru, szerszám, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás**

**Balesetvédelem**:

* + - A gáztűzhelyen melegítésre (a nyílt láng használata miatt) nagyon kell vigyázni.
    - A serpenyőt csak a nyelénél fogd meg. A hosszú hajat össze kell fogatni. Melegítés közben gumikesztyűt nem szabad használni.
    - A kicsi befőttesüvegek tartalmának (fel-le forgatással történő) homogenizálásakor tilos azt tenyérrel befogni, minden esetben a megfelelő tetőket kell használni.
    - Ügyelni kell arra, hogy a felhasznált anyagokat a ne kóstold meg, illetve ne öntsd magadra.

**Hulladékkezelés**:

* A réz(II)-szulfátot felhasználó kísérletek maradékát a veszélyes hulladékot tartalmazó gyűjtőedényekbe kell üríteni, a lefolyóba önteni tilos. A többi kísérleti maradék a háztartásban alkalmazott módon kezelhető.

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat. Egészítsétek ki a szöveget a megfelelő szavak beírásával, illetve a helyes szavak aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő ~~áthúzásával~~!**

KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I. kísérlet: | II. kísérlet: | III. kísérlet: |
| (1) Háromszor szívjatok fel a szemcseppentőbe az azon elhelyezett jelzésig tojásfehérje-oldatot, és nyomjátok ki azt a serpenyőbe.  (2) A tűzhely segítségével óvatosan kezdjétek el melegíteni az oldatot és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Csapvízzel hígítsátok a serpenyő tartalmát, keverjétek össze és figyeljétek meg a jelenséget. | (1) Háromszor szívjatok fel a szemcseppentőbe az azon elhelyezett jelzésig tojásfehérje-oldatot, és nyomjátok ki azt a befőttesüvegbe.  (2) Adjatok hozzá kevés rézgálicot addig, amíg változást tapasztaltok, és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Csapvízzel hígítsátok a befőttesüveg tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. | (1) Háromszor szívjatok fel a szemcseppentőbe az azon elhelyezett jelzésig tojásfehérje-oldatot, és nyomjátok ki azt a befőttesüvegbe.  (2) Adjatok hozzá kevés nátrium-kloridot addig, amíg változást tapasztaltok, és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Csapízzel hígítsátok a befőttesüveg tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. |

1. TAPASZTALATOK:

I. kísérlet: A serpenyőben …………………………… színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

II. kísérlet: A befőttesüvegben …………………… színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

III. kísérlet: A befőttesüvegben ………………… színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

2. MAGYARÁZAT:

I. kísérlet: A …………………………………………. hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jön létre/jön létre**.

II. kísérlet: A …………………………………………. hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

III. kísérlet: A …………………………………………. hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

3. KÖVETKEZTETÉS: ……………………………………………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

4. GONDOLKODJUNK! Az alábbiakban hét olyan fehérje-denaturáció leírását találjátok, amelyekkel a hétköznapokban is lehet találkozni. Döntsétek el, hogy az adott esetben mi okozza a fehérje denaturációját, valamint azt, hogy reverzibilis (**R**) vagy irreverzibilis (**I**) típusba sorolható-e a fehérjék szerkezetének megváltozása!

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ESETLEÍRÁS | OK | TÍPUS |
| 1. Tömény salétromsav kerül valakinek a kezére kísérletezés közben. |  |  |
| 2. Alkoholfogyasztás után dehidratálttá válik valaki. |  |  |
| 3. Konyhai kesztyű nélkül nyúlt valaki a forró tepsihez és megégette a kezét. |  |  |
| 4. Szilárd szemcsés lúgot tartalmazó lefolyótisztító pattant valakinek a szemébe. |  |  |
| 5. Régen, ólomcsövekből készült vízvezetékből vett vízből ivott valaki. |  |  |
| 6. A tojás főzés közben megkeményedik. |  |  |
| 7. Gomba- és baktériumölő szerként rézgálicot használnak a mezőgazdaságban. |  |  |

**Főtt tojásból kiscsirke?** (otthoni, 1. típus: receptszerű, tanári)

Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérletezésre azzal, hogy kiemelik a kísérletek fontosságát a természettudományokban, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.

Gondoltad volna, hogy van valami közös a tojássütésben, az Alzheimer-kórban, a nehézfémsók által okozott mérgezésekben és abban, hogy a másnapos vagy a sok sós ételt fogyasztó ember szomjas? Pedig van: ezek mind a fehérjék szerkezetének megváltozásához köthetők, ami miatt a fehérjék **nem képesek ellátni eredeti feladatukat** (funkcióikat), mivel **denaturálódnak**. Ha a változás **visszafordítható (reverzibilis) folyamat, akkor a fehérje** szerkezete vízzel való hígítással regenerálható. Ilyen folyamat például a dehidratáció, azaz vízelvonás, sós ételek vagy alkohol fogyasztása esetén. Ha viszont **nem visszafordítható kémiai** **(irreverzibilis)** folyamat megy végbe, a fehérje véglegesen denaturálódik, kicsapódik (**koagulál**). A főtt tojásból például nem lesz kiscsirke…

A rendelkezésre álló anyagok és eszközök felhasználásával olyan **modellkísérleteket** fogtok végrehajtani, amelyek segítségével megállapítható, hogy az alábbi esetekben reverzibilis vagy irreverzibilis fehérje-denaturáció történik!

I. Hosszabb ideig túl magas lázzal küzd valakinek a szervezete.

II. Nehézfémsó-mérgezés történik, mert például ecetes ételt állni hagynak a rézedényben.

III. A moziban szomjas lesz valaki a sok sós csipsz elfogyasztása után.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:

|  |  |
| --- | --- |
| * 15-20 cm3 tojásfehérje-oldat * CuSO4·5 H2O (rézgálic) * NaCl (konyhasó) * csapvíz * tálca * 2 db kiskanál * 1 db serpenyő * 2 db közel egyforma kicsi befőttesüveg tetővel * 1 db szemcseppentő (egy adott helyen jelzéssel ellátva, a tojásfehérje-oldat adagolására) | * 1 db villa * 1 db nagy befőttesüveg * 1 db konyhai tölcsér * 1 db térfogatmérésre alkalmas eszköz a tojásfehérje-oldat készítéséhez (konyhai mérőedény vagy mosószer-adagoló) * vatta (vagy vattapamacs vagy vattakorong) * alkoholos filc * papírtörlő * tűzhely * védőkesztyű * védőszemüveg |

**Előkészítés:**

* A rézgálic (100 g ára 320 Ft volt 2023.08.28-án) beszerezhetőek vegyszerboltokban, pl.: [Kapcsolat – AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/).
* Nátrium-klorid bármely élelmiszerboltban beszerezhető „konyhasó” vagy „só” néven.
* A tojásfehérje-oldat elkészítéséhez egy db M-es méretű tojást válassz szét sárgájára és fehérjéjére. A fehérjéhez adj közel azonos térfogatú csapvizet, majd a térfogatmérő edényben villával alaposan verd föl az oldatot. Ezek után a szűréshez tegyél vékony vattaréteget a tölcsér aljára és öntsd rá az oldatot, majd várd meg amíg átszűrődik a tiszta tojásfehérje-oldat.

A képen fedett pályás, asztali kerámiaáru, kancsó, kerámia látható

Automatikusan generált leírás A képen szöveg, papír, fedett pályás, írószer látható

Automatikusan generált leírás A képen műanyag, fal, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás

A tojásfehérje-oldat készítéséhez szükséges anyagok, eszközök, valamint az összeállított szűrő.

*A képen piros, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás*

A tojásfehérje-oldat szűrése.

* A kupakokat mindenképp feliratozni kell, hogy ne lehessen összekeverni, hogy melyikben melyik só található.
* A kísérletekhez előkészített eszközökről és anyagokról készített fénykép:

**A képen Konyhai eszközök, asztali kerámiaáru, szerszám, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás**

**Balesetvédelem**:

* + - A gáztűzhelyen melegítésre (a nyílt láng használata miatt) nagyon kell vigyázni.
    - A serpenyőt csak a nyelénél fogd meg. A hosszú hajat össze kell fogatni. Melegítés közben gumikesztyűt nem szabad használni.
    - A kicsi befőttesüvegek tartalmának (fel-le forgatással történő) homogenizálásakor tilos azt tenyérrel befogni, minden esetben a megfelelő tetőket kell használni.
    - Ügyelni kell arra, hogy a felhasznált anyagokat a ne kóstold meg, illetve ne öntsd magadra.

**Hulladékkezelés**:

* A réz(II)-szulfátot felhasználó kísérletek maradékát a veszélyes hulladékot tartalmazó gyűjtőedényekbe kell üríteni, a lefolyóba önteni tilos. A többi kísérleti maradék a háztartásban alkalmazott módon kezelhető.

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat. Egészítsétek ki a szöveget a megfelelő szavak beírásával, illetve a helyes szavak aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő ~~áthúzásával~~!**

KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I. kísérlet: | II. kísérlet: | III. kísérlet: |
| (1) Háromszor szívjatok fel a szemcseppentőbe az azon elhelyezett jelzésig tojásfehérje-oldatot, és nyomjátok ki azt a serpenyőbe.  (2) A tűzhely segítségével óvatosan kezdjétek el melegíteni az oldatot és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Csapvízzel hígítsátok a serpenyő tartalmát, keverjétek össze és figyeljétek meg a jelenséget. | (1) Háromszor szívjatok fel a szemcseppentőbe az azon elhelyezett jelzésig tojásfehérje-oldatot, és nyomjátok ki azt a befőttesüvegbe.  (2) Adjatok hozzá kevés rézgálicot addig, amíg változást tapasztaltok, és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Csapvízzel hígítsátok a befőttesüveg tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. | (1) Háromszor szívjatok fel a szemcseppentőbe az azon elhelyezett jelzésig tojásfehérje-oldatot, és nyomjátok ki azt a befőttesüvegbe.  (2) Adjatok hozzá kevés nátrium-kloridot addig, amíg változást tapasztaltok, és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Csapízzel hígítsátok a befőttesüveg tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. |

1. TAPASZTALATOK:

I. kísérlet: A serpenyőben fehér színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

II. kísérlet: A befőttesüvegben fehér / kékes színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

III. kísérlet: A befőttesüvegben fehér színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

**Tapasztalatok fényképekkel:**

A képen fedett pályás, váza, kerámia, palack látható

Automatikusan generált leírás

A tojásfehérje-denaturációja melegítés, rézgálic (2.) és nátrium-klorid (3.) hatására.

A képen folyadék, ital, üdítőital, Átlátszó anyag látható

Automatikusan generált leírás

A 3. sorszámú befőttesüvegben látható fehérje-denaturáció konyhasó hatására, erősen nagyítva, a kicsapódott fehérjeszálak bekarikázva.

A képen palack, Oldat, Oldószer, szöveg látható

Automatikusan generált leírás

A denaturált tojásfehérjék hígítás után.

2. MAGYARÁZAT:

I. kísérlet: A melegítés hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jön létre/jön létre**.

II. kísérlet: A rézgálic hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

III. kísérlet: A nátrium-klorid hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

3. KÖVETKEZTETÉS: A fehérjék magas hőmérséklet és nehézfémsók hatására irreverzibilis, könnyűfémsók hatására reverzibilis módon denaturálódnak

4. GONDOLKODJUNK! Az alábbiakban hét olyan fehérje-denaturáció leírását találjátok, amelyekkel a hétköznapokban is lehet találkozni. Döntsétek el, hogy az adott esetben mi okozza a fehérje denaturációját, valamint azt, hogy reverzibilis (**R**) vagy irreverzibilis (**I**) típusba sorolható-e a fehérjék szerkezetének megváltozása!

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ESETLEÍRÁS | OK | TÍPUS |
| 1. Tömény salétromsav kerül valakinek a kezére kísérletezés közben. | tömény erős sav | I |
| 2. Alkoholfogyasztás után dehidratálttá válik valaki. | etil-alkohol | R |
| 3. Konyhai kesztyű nélkül nyúlt valaki a forró tepsihez és megégette a kezét. | magas hőmérséklet | I |
| 4. Szilárd szemcsés lúgot tartalmazó lefolyótisztító pattant valakinek a szemébe. | tömény erős lúg | I |
| 5. Régen, ólomcsövekből készült vízvezetékből vett vízből ivott valaki. | nehézfémsó | I |
| 6. A tojás főzés közben megkeményedik. | magas hőmérséklet | I |
| 7. Gomba- és baktériumölő szerként rézgálicot használnak a mezőgazdaságban. | nehézfémsó | I |

**Főtt tojásból kiscsirke?** (otthoni, 2. típus: recept+magyarázat, tanulói)

Gondoltad volna, hogy van valami közös a tojássütésben, az Alzheimer-kórban, a nehézfémsók által okozott mérgezésekben és abban, hogy a másnapos vagy a sok sós ételt fogyasztó ember szomjas? Pedig van: ezek mind a fehérjék szerkezetének megváltozásához köthetők, ami miatt a fehérjék **nem képesek ellátni eredeti feladatukat** (funkcióikat), mivel **denaturálódnak**. Ha a változás **visszafordítható (reverzibilis) folyamat, akkor a fehérje** szerkezete vízzel való hígítással regenerálható. Ilyen folyamat például a dehidratáció, azaz vízelvonás, sós ételek vagy alkohol fogyasztása esetén. Ha viszont **nem visszafordítható kémiai** **(irreverzibilis)** folyamat megy végbe, a fehérje véglegesen denaturálódik, kicsapódik (**koagulál**). A főtt tojásból például nem lesz kiscsirke…

A rendelkezésre álló anyagok és eszközök felhasználásával olyan **modellkísérleteket** fogtok végrehajtani, amelyek segítségével megállapítható, hogy az alábbi esetekben reverzibilis vagy irreverzibilis fehérje-denaturáció történik!

I. Hosszabb ideig túl magas lázzal küzd valakinek a szervezete.

II. Nehézfémsó-mérgezés történik, mert például ecetes ételt állni hagynak a rézedényben.

III. A moziban szomjas lesz valaki a sok sós csipsz elfogyasztása után.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:

|  |  |
| --- | --- |
| * 15-20 cm3 tojásfehérje-oldat * CuSO4·5 H2O (rézgálic) * NaCl (konyhasó) * csapvíz * tálca * 2 db kiskanál * 1 db serpenyő * 2 db közel egyforma kicsi befőttesüveg tetővel * 1 db szemcseppentő (egy adott helyen jelzéssel ellátva, a tojásfehérje-oldat adagolására) | * 1 db villa * 1 db nagy befőttesüveg * 1 db konyhai tölcsér * 1 db térfogatmérésre alkalmas eszköz a tojásfehérje-oldat készítéséhez (konyhai mérőedény vagy mosószer-adagoló) * vatta (vagy vattapamacs vagy vattakorong) * alkoholos filc * papírtörlő * tűzhely * védőkesztyű * védőszemüveg |

**Előkészítés:**

* A rézgálic (100 g ára 320 Ft volt 2023.08.28-án) beszerezhetőek vegyszerboltokban, pl.: [Kapcsolat – AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/).
* Nátrium-klorid bármely élelmiszerboltban beszerezhető „konyhasó” vagy „só” néven.
* A tojásfehérje-oldat elkészítéséhez egy db M-es méretű tojást válassz szét sárgájára és fehérjéjére. A fehérjéhez adj közel azonos térfogatú csapvizet, majd a térfogatmérő edényben villával alaposan verd föl az oldatot. Ezek után a szűréshez tegyél vékony vattaréteget a tölcsér aljára és öntsd rá az oldatot, majd várd meg amíg átszűrődik a tiszta tojásfehérje-oldat.

A képen fedett pályás, asztali kerámiaáru, kancsó, kerámia látható

Automatikusan generált leírás A képen szöveg, papír, fedett pályás, írószer látható

Automatikusan generált leírás A képen műanyag, fal, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás

A tojásfehérje-oldat készítéséhez szükséges anyagok, eszközök, valamint az összeállított szűrő.

*A képen piros, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás*

A tojásfehérje-oldat szűrése.

* A kupakokat mindenképp feliratozni kell, hogy ne lehessen összekeverni, hogy melyikben melyik só található.
* A kísérletekhez előkészített eszközökről és anyagokról készített fénykép:

**A képen Konyhai eszközök, asztali kerámiaáru, szerszám, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás**

**Balesetvédelem**:

* + - A gáztűzhelyen melegítésre (a nyílt láng használata miatt) nagyon kell vigyázni.
    - A serpenyőt csak a nyelénél fogd meg. A hosszú hajat össze kell fogatni. Melegítés közben gumikesztyűt nem szabad használni.
    - A kicsi befőttesüvegek tartalmának (fel-le forgatással történő) homogenizálásakor tilos azt tenyérrel befogni, minden esetben a megfelelő tetőket kell használni.
    - Ügyelni kell arra, hogy a felhasznált anyagokat a ne kóstold meg, illetve ne öntsd magadra.

**Hulladékkezelés**:

* A réz(II)-szulfátot felhasználó kísérletek maradékát a veszélyes hulladékot tartalmazó gyűjtőedényekbe kell üríteni, a lefolyóba önteni tilos. A többi kísérleti maradék a háztartásban alkalmazott módon kezelhető.

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat. Egészítsétek ki a szöveget a megfelelő szavak beírásával, illetve a helyes szavak aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő ~~áthúzásával~~!**

KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I. kísérlet: | II. kísérlet: | III. kísérlet: |
| (1) Háromszor szívjatok fel a szemcseppentőbe az azon elhelyezett jelzésig tojásfehérje-oldatot, és nyomjátok ki azt a serpenyőbe.  (2) A tűzhely segítségével óvatosan kezdjétek el melegíteni az oldatot és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Csapvízzel hígítsátok a serpenyő tartalmát, keverjétek össze és figyeljétek meg a jelenséget. | (1) Háromszor szívjatok fel a szemcseppentőbe az azon elhelyezett jelzésig tojásfehérje-oldatot, és nyomjátok ki azt a befőttesüvegbe.  (2) Adjatok hozzá kevés rézgálicot addig, amíg változást tapasztaltok, és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Csapvízzel hígítsátok a befőttesüveg tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. | (1) Háromszor szívjatok fel a szemcseppentőbe az azon elhelyezett jelzésig tojásfehérje-oldatot, és nyomjátok ki azt a befőttesüvegbe.  (2) Adjatok hozzá kevés nátrium-kloridot addig, amíg változást tapasztaltok, és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Csapízzel hígítsátok a befőttesüveg tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. |

1. TAPASZTALATOK:

I. kísérlet: A serpenyőben …………………………… színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

II. kísérlet: A befőttesüvegben …………………… színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

III. kísérlet: A befőttesüvegben ………………… színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

2. MAGYARÁZAT:

I. kísérlet: A …………………………………………. hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jön létre/jön létre**.

II. kísérlet: A …………………………………………. hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

III. kísérlet: A …………………………………………. hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

3. KÖVETKEZTETÉS: ……………………………………………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. A következő kérdésekre adott válaszaitok segítenek ebben.**

4. MIVEL HELYETTESÍTETTÉTEK (MODELLEZTÉTEK) A KÍSÉRLETBEN A TESTÜNKBEN LÉVŐ FEHÉRJÉKET?

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

5. MI VOLT FÜGGETLEN VÁLTOZÓ, AMELYET NEKTEK KELLETT VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLET SORÁN? **(EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!)** …………………………………………………………………………………………………….

6. MI VOLT A FÜGGŐ VÁLTOZÓ? …………………………………………………………………………………………………………………………..

7. HOGYAN TUDTÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT? ……………………………………………………………………………….

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

8. EZ VOLT A FELTÉTELEZÉS (HIPOTÉZIS): Ha ………………………………………………………………………………………………… (a független változó a tervezett módon változik), akkor ……..……………………………………………………………………….. (a függő változó ilyen módon változik).

9. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYIK/MELYEK VOLT(AK) AZ ÁLLANDÓ(K), AMELYIKNEK/AMELYEKNEK UGYANOLYAN(OK)NAK KELLETT LENNIE/LENNIÜK MINDEN KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **X** jellel!

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ☐ | A fehérjeoldat térfogata. | ☐ | A műveletek sorrendje. |
| ☐ | A kísérletet végző személye. | ☐ | A fehérjeoldat koncentrációja. |

10. GONDOLKODJUNK! Az alábbiakban hét olyan fehérje-denaturáció leírását találjátok, amelyekkel a hétköznapokban is lehet találkozni. Döntsétek el, hogy az adott esetben mi okozza a fehérje denaturációját, valamint azt, hogy reverzibilis (**R**) vagy irreverzibilis (**I**) típusba sorolható-e a fehérjék szerkezetének megváltozása!

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ESETLEÍRÁS | OK | TÍPUS |
| 1. Tömény salétromsav kerül valakinek a kezére kísérletezés közben. |  |  |
| 2. Alkoholfogyasztás után dehidratálttá válik valaki. |  |  |
| 3. Konyhai kesztyű nélkül nyúlt valaki a forró tepsihez és megégette a kezét. |  |  |
| 4. Szilárd szemcsés lúgot tartalmazó lefolyótisztító pattant valakinek a szemébe. |  |  |
| 5. Régen, ólomcsövekből készült vízvezetékből vett vízből ivott valaki. |  |  |
| 6. A tojás főzés közben megkeményedik. |  |  |
| 7. Gomba- és baktériumölő szerként rézgálicot használnak a mezőgazdaságban. |  |  |

**Főtt tojásból kiscsirke?** (otthoni, 2. típus: recept+magyarázat, tanári)

Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérlettervezéssel kapcsolatos kérdések megválaszolására azzal, hogy kiemelik annak hasznosságát, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.

Gondoltad volna, hogy van valami közös a tojássütésben, az Alzheimer-kórban, a nehézfémsók által okozott mérgezésekben és abban, hogy a másnapos vagy a sok sós ételt fogyasztó ember szomjas? Pedig van: ezek mind a fehérjék szerkezetének megváltozásához köthetők, ami miatt a fehérjék **nem képesek ellátni eredeti feladatukat** (funkcióikat), mivel **denaturálódnak**. Ha a változás **visszafordítható (reverzibilis) folyamat, akkor a fehérje** szerkezete vízzel való hígítással regenerálható. Ilyen folyamat például a dehidratáció, azaz vízelvonás, sós ételek vagy alkohol fogyasztása esetén. Ha viszont **nem visszafordítható kémiai** **(irreverzibilis)** folyamat megy végbe, a fehérje véglegesen denaturálódik, kicsapódik (**koagulál**). A főtt tojásból például nem lesz kiscsirke…

A rendelkezésre álló anyagok és eszközök felhasználásával olyan **modellkísérleteket** fogtok végrehajtani, amelyek segítségével megállapítható, hogy az alábbi esetekben reverzibilis vagy irreverzibilis fehérje-denaturáció történik!

I. Hosszabb ideig túl magas lázzal küzd valakinek a szervezete.

II. Nehézfémsó-mérgezés történik, mert például ecetes ételt állni hagynak a rézedényben.

III. A moziban szomjas lesz valaki a sok sós csipsz elfogyasztása után.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:

|  |  |
| --- | --- |
| * 15-20 cm3 tojásfehérje-oldat * CuSO4·5 H2O (rézgálic) * NaCl (konyhasó) * csapvíz * tálca * 2 db kiskanál * 1 db serpenyő * 2 db közel egyforma kicsi befőttesüveg tetővel * 1 db szemcseppentő (egy adott helyen jelzéssel ellátva, a tojásfehérje-oldat adagolására) | * 1 db villa * 1 db nagy befőttesüveg * 1 db konyhai tölcsér * 1 db térfogatmérésre alkalmas eszköz a tojásfehérje-oldat készítéséhez (konyhai mérőedény vagy mosószer-adagoló) * vatta (vagy vattapamacs vagy vattakorong) * alkoholos filc * papírtörlő * tűzhely * védőkesztyű * védőszemüveg |

**Előkészítés:**

* A rézgálic (100 g ára 320 Ft volt 2023.08.28-án) beszerezhetőek vegyszerboltokban, pl.: [Kapcsolat – AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/).
* Nátrium-klorid bármely élelmiszerboltban beszerezhető „konyhasó” vagy „só” néven.
* A tojásfehérje-oldat elkészítéséhez egy db M-es méretű tojást válassz szét sárgájára és fehérjéjére. A fehérjéhez adj közel azonos térfogatú csapvizet, majd a térfogatmérő edényben villával alaposan verd föl az oldatot. Ezek után a szűréshez tegyél vékony vattaréteget a tölcsér aljára és öntsd rá az oldatot, majd várd meg amíg átszűrődik a tiszta tojásfehérje-oldat.

A képen fedett pályás, asztali kerámiaáru, kancsó, kerámia látható

Automatikusan generált leírás A képen szöveg, papír, fedett pályás, írószer látható

Automatikusan generált leírás A képen műanyag, fal, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás

A tojásfehérje-oldat készítéséhez szükséges anyagok, eszközök, valamint az összeállított szűrő.

*A képen piros, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás*

A tojásfehérje-oldat szűrése.

* A kupakokat mindenképp feliratozni kell, hogy ne lehessen összekeverni, hogy melyikben melyik só található.
* A kísérletekhez előkészített eszközökről és anyagokról készített fénykép:

**A képen Konyhai eszközök, asztali kerámiaáru, szerszám, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás**

**Balesetvédelem**:

* + - A gáztűzhelyen melegítésre (a nyílt láng használata miatt) nagyon kell vigyázni.
    - A serpenyőt csak a nyelénél fogd meg. A hosszú hajat össze kell fogatni. Melegítés közben gumikesztyűt nem szabad használni.
    - A kicsi befőttesüvegek tartalmának (fel-le forgatással történő) homogenizálásakor tilos azt tenyérrel befogni, minden esetben a megfelelő tetőket kell használni.
    - Ügyelni kell arra, hogy a felhasznált anyagokat a ne kóstold meg, illetve ne öntsd magadra.

**Hulladékkezelés**:

* A réz(II)-szulfátot felhasználó kísérletek maradékát a veszélyes hulladékot tartalmazó gyűjtőedényekbe kell üríteni, a lefolyóba önteni tilos. A többi kísérleti maradék a háztartásban alkalmazott módon kezelhető.

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat. Egészítsétek ki a szöveget a megfelelő szavak beírásával, illetve a helyes szavak aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő ~~áthúzásával~~!**

KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I. kísérlet: | II. kísérlet: | III. kísérlet: |
| (1) Háromszor szívjatok fel a szemcseppentőbe az azon elhelyezett jelzésig tojásfehérje-oldatot, és nyomjátok ki azt a serpenyőbe.  (2) A tűzhely segítségével óvatosan kezdjétek el melegíteni az oldatot és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Csapvízzel hígítsátok a serpenyő tartalmát, keverjétek össze és figyeljétek meg a jelenséget. | (1) Háromszor szívjatok fel a szemcseppentőbe az azon elhelyezett jelzésig tojásfehérje-oldatot, és nyomjátok ki azt a befőttesüvegbe.  (2) Adjatok hozzá kevés rézgálicot addig, amíg változást tapasztaltok, és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Csapvízzel hígítsátok a befőttesüveg tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. | (1) Háromszor szívjatok fel a szemcseppentőbe az azon elhelyezett jelzésig tojásfehérje-oldatot, és nyomjátok ki azt a befőttesüvegbe.  (2) Adjatok hozzá kevés nátrium-kloridot addig, amíg változást tapasztaltok, és figyeljétek meg, mi történik.  (3) Csapízzel hígítsátok a befőttesüveg tartalmát, homogenizáljátok és figyeljétek meg a jelenséget. |

1. TAPASZTALATOK:

I. kísérlet: A serpenyőben fehér színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

II. kísérlet: A befőttesüvegben fehér / kékes színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

III. kísérlet: A befőttesüvegben fehér színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

**Tapasztalatok fényképekkel:**

A képen fedett pályás, váza, kerámia, palack látható

Automatikusan generált leírás

A tojásfehérje-denaturációja melegítés, rézgálic (2.) és nátrium-klorid (3.) hatására.

A képen folyadék, ital, üdítőital, Átlátszó anyag látható

Automatikusan generált leírás

A 3. sorszámú befőttesüvegben látható fehérje-denaturáció konyhasó hatására, erősen nagyítva, a kicsapódott fehérjeszálak bekarikázva.

A képen palack, Oldat, Oldószer, szöveg látható

Automatikusan generált leírás

A denaturált tojásfehérjék hígítás után.

2. MAGYARÁZAT:

I. kísérlet: A melegítés hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jön létre/jön létre**.

II. kísérlet: A rézgálic hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

III. kísérlet: A nátrium-klorid hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

3. KÖVETKEZTETÉS: A fehérjék magas hőmérséklet és nehézfémsók hatására irreverzibilis, könnyűfémsók hatására reverzibilis módon denaturálódnak.

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. A következő kérdésekre adott válaszaitok segítenek ebben.**

4. MIVEL HELYETTESÍTETTÉTEK (MODELLEZTÉTEK) A KÍSÉRLETBEN A TESTÜNKBEN LÉVŐ FEHÉRJÉKET?

Tojásfehérje-oldattal.

5. MI VOLT FÜGGETLEN VÁLTOZÓ, AMELYET NEKTEK KELLETT VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLET SORÁN? **(EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!)**

A fehérje denaturációját okozó roncsoló hatások/külső behatások (magas hőmérséklet, nehéz- és könnyűfémsó).

6. MI VOLT A FÜGGŐ VÁLTOZÓ?

A fehérje-denaturáció típusa – reverzibilis vagy irreverzibilis.

7. HOGYAN TUDTÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

Csapvizet adtunk a denaturált fehérjéhez és homogenizáltuk az így keletkezett rendszerünket.

8. EZ VOLT A FELTÉTELEZÉS (HIPOTÉZIS): Ha a fehérjemintánkat valamilyen roncsoló hatásnak tesszük ki (a független változó a tervezett módon változik), akkor reverzibilis vagy irreverzibilis módon fog denaturálódni a fehérje (a függő változó ilyen módon változik).

9. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYIK/MELYEK VOLT(AK) AZ ÁLLANDÓ(K), AMELYIKNEK/AMELYEKNEK UGYANOLYAN(OK)NAK KELLETT LENNIE/LENNIÜK MINDEN KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **X** jellel!

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ☐ | A fehérjeoldat térfogata. | ☒ | A műveletek sorrendje. |
| ☐ | A kísérletet végző személye. | ☒ | A fehérjeoldat koncentrációja. |

10. GONDOLKODJUNK! Az alábbiakban hét olyan fehérje-denaturáció leírását találjátok, amelyekkel a hétköznapokban is lehet találkozni. Döntsétek el, hogy az adott esetben mi okozza a fehérje denaturációját, valamint azt, hogy reverzibilis (**R**) vagy irreverzibilis (**I**) típusba sorolható-e a fehérjék szerkezetének megváltozása!

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ESETLEÍRÁS | OK | TÍPUS |
| 1. Tömény salétromsav kerül valakinek a kezére kísérletezés közben. | tömény erős sav | I |
| 2. Alkoholfogyasztás után dehidratálttá válik valaki. | etil-alkohol | R |
| 3. Konyhai kesztyű nélkül nyúlt valaki a forró tepsihez és megégette a kezét. | magas hőmérséklet | I |
| 4. Szilárd szemcsés lúgot tartalmazó lefolyótisztító pattant valakinek a szemébe. | tömény erős lúg | I |
| 5. Régen, ólomcsövekből készült vízvezetékből vett vízből ivott valaki. | nehézfémsó | I |
| 6. A tojás főzés közben megkeményedik. | magas hőmérséklet | I |
| 7. Gomba- és baktériumölő szerként rézgálicot használnak a mezőgazdaságban. | nehézfémsó | I |

**Főtt tojásból kiscsirke?** (otthoni, 3. típus: kísérlettervező, tanulói)

Gondoltad volna, hogy van valami közös a tojássütésben, az Alzheimer-kórban, a nehézfémsók által okozott mérgezésekben és abban, hogy a másnapos vagy a sok sós ételt fogyasztó ember szomjas? Pedig van: ezek mind a fehérjék szerkezetének megváltozásához köthetők, ami miatt a fehérjék **nem képesek ellátni eredeti feladatukat** (funkcióikat), mivel **denaturálódnak**. Ha a változás **visszafordítható (reverzibilis) folyamat, akkor a fehérje** szerkezete vízzel való hígítással regenerálható. Ilyen folyamat például a dehidratáció, azaz vízelvonás, sós ételek vagy alkohol fogyasztása esetén. Ha viszont **nem visszafordítható kémiai** **(irreverzibilis)** folyamat megy végbe, a fehérje véglegesen denaturálódik, kicsapódik (**koagulál**). A főtt tojásból például nem lesz kiscsirke…

A rendelkezésre álló anyagok és eszközök felhasználásával **tervezzetek olyan modellkísérleteket**, amelyek segítségével megállapítható, hogy az alábbi esetekben reverzibilis vagy irreverzibilis fehérje-denaturáció történik!

I. Hosszabb ideig túl magas lázzal küzd valakinek a szervezete.

II. Nehézfémsó-mérgezés történik, mert például ecetes ételt állni hagynak a rézedényben.

III. A moziban szomjas lesz valaki a sok sós csipsz elfogyasztása után.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:

|  |  |
| --- | --- |
| * 15-20 cm3 tojásfehérje-oldat * CuSO4·5 H2O (rézgálic) * NaCl (konyhasó) * csapvíz * tálca * 2 db kiskanál * 1 db serpenyő * 2 db közel egyforma kicsi befőttesüveg tetővel * 1 db szemcseppentő (egy adott helyen jelzéssel ellátva, a tojásfehérje-oldat adagolására) | * 1 db villa * 1 db nagy befőttesüveg * 1 db konyhai tölcsér * 1 db térfogatmérésre alkalmas eszköz a tojásfehérje-oldat készítéséhez (konyhai mérőedény vagy mosószer-adagoló) * vatta (vagy vattapamacs vagy vattakorong) * alkoholos filc * papírtörlő * tűzhely * védőkesztyű * védőszemüveg |

**Előkészítés:**

* A rézgálic (100 g ára 320 Ft volt 2023.08.28-án) beszerezhetőek vegyszerboltokban, pl.: [Kapcsolat – AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/).
* Nátrium-klorid bármely élelmiszerboltban beszerezhető „konyhasó” vagy „só” néven.
* A tojásfehérje-oldat elkészítéséhez egy db M-es méretű tojást válassz szét sárgájára és fehérjéjére. A fehérjéhez adj közel azonos térfogatú csapvizet, majd a térfogatmérő edényben villával alaposan verd föl az oldatot. Ezek után a szűréshez tegyél vékony vattaréteget a tölcsér aljára és öntsd rá az oldatot, majd várd meg amíg átszűrődik a tiszta tojásfehérje-oldat.

A képen fedett pályás, asztali kerámiaáru, kancsó, kerámia látható

Automatikusan generált leírás A képen szöveg, papír, fedett pályás, írószer látható

Automatikusan generált leírás A képen műanyag, fal, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás

A tojásfehérje-oldat készítéséhez szükséges anyagok, eszközök, valamint az összeállított szűrő.

*A képen piros, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás*

A tojásfehérje-oldat szűrése.

* A kupakokat mindenképp feliratozni kell, hogy ne lehessen összekeverni, hogy melyikben melyik só található.
* A kísérletekhez előkészített eszközökről és anyagokról készített fénykép:

**A képen Konyhai eszközök, asztali kerámiaáru, szerszám, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás**

**Balesetvédelem**:

* + - A gáztűzhelyen melegítésre (a nyílt láng használata miatt) nagyon kell vigyázni.
    - A serpenyőt csak a nyelénél fogd meg. A hosszú hajat össze kell fogatni. Melegítés közben gumikesztyűt nem szabad használni.
    - A kicsi befőttesüvegek tartalmának (fel-le forgatással történő) homogenizálásakor tilos azt tenyérrel befogni, minden esetben a megfelelő tetőket kell használni.
    - Ügyelni kell arra, hogy a felhasznált anyagokat a ne kóstold meg, illetve ne öntsd magadra.

**Hulladékkezelés**:

* A réz(II)-szulfátot felhasználó kísérletek maradékát a veszélyes hulladékot tartalmazó gyűjtőedényekbe kell üríteni, a lefolyóba önteni tilos. A többi kísérleti maradék a háztartásban alkalmazott módon kezelhető.

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. A következő kérdésekre adott válaszaitok segítenek ebben.**

1. MIVEL TUDJÁTOK HELYETTESÍTENI (MODELLEZNI) A KÍSÉRLETBEN A TESTÜNKBEN LÉVŐ FEHÉRJÉKET?

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

2. MI A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ, AMELYET NEKTEK KELL VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLET SORÁN? **(EGYSZERRE CSAK EGY**

**TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!)** …………………………………………………………………………………………………………………….

3. MI A FÜGGŐ VÁLTOZÓ? ……………………………………………………………………………………………………………………………………

4. HOGYAN TUDJÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT? ……………………………………………………………………………….

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

5. FELTÉTELEZÉS (HIPOTÉZIS): Ha ………………………………………………………………………………………………………… (a független változó a tervezett módon változik), akkor ……..……………………………………………………………………….. (a függő változó ilyen módon változik).

6. HOGYAN VÁLTOZHAT A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ? (Tervezzétek meg, mit kell tenni a kémcsövekbe az egyes kísérletek során!)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I. kísérlet: | II. kísérlet: | III. kísérlet: |
|  |  |  |

7. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYIK/MELYEK LESZ(NEK) AZ ÁLLANDÓ(K), AMELYIKNEK/AMELYEKNEK UGYANOLYAN(OK)NAK KELL LENNIE/LENNIÜK MINDEN KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **X** jellel!

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ☐ | A fehérjeoldat térfogata. | ☐ | A műveletek sorrendje. |
| ☐ | A kísérletet végző személye. | ☐ | A fehérjeoldat koncentrációja. |

8. A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I. kísérlet: | II. kísérlet: | III. kísérlet: |
|  |  |  |

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat. Egészítsétek ki a szöveget a megfelelő szavak beírásával, illetve a helyes szavak aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő ~~áthúzásával~~!**

9. TAPASZTALATOK:

I. kísérlet: A serpenyőben …………………………… színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

II. kísérlet: A befőttesüvegben …………………… színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

III. kísérlet: A befőttesüvegben ………………… színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

10. MAGYARÁZAT:

I. kísérlet: A …………………………………………. hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jön létre/jön létre**.

II. kísérlet: A …………………………………………. hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

III. kísérlet: A …………………………………………. hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

11. KÖVETKEZTETÉS: ……………………………………………………………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

12. GONDOLKODJUNK! Az alábbiakban hét olyan fehérje-denaturáció leírását találjátok, amelyekkel a hétköznapokban is lehet találkozni. Döntsétek el, hogy az adott esetben mi okozza a fehérje denaturációját, valamint azt, hogy reverzibilis (**R**) vagy irreverzibilis (**I**) típusba sorolható-e a fehérjék szerkezetének megváltozása!

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ESETLEÍRÁS | OK | TÍPUS |
| 1. Tömény salétromsav kerül valakinek a kezére kísérletezés közben. |  |  |
| 2. Alkoholfogyasztás után dehidratálttá válik valaki. |  |  |
| 3. Konyhai kesztyű nélkül nyúlt valaki a forró tepsihez és megégette a kezét. |  |  |
| 4. Szilárd szemcsés lúgot tartalmazó lefolyótisztító pattant valakinek a szemébe. |  |  |
| 5. Régen, ólomcsövekből készült vízvezetékből vett vízből ivott valaki. |  |  |
| 6. A tojás főzés közben megkeményedik. |  |  |
| 7. Gomba- és baktériumölő szerként rézgálicot használnak a mezőgazdaságban. |  |  |

**Főtt tojásból kiscsirke?** (otthoni, 3. típus: kísérlettervező, tanári)

Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérlettervezéssel kapcsolatos kérdések megválaszolására azzal, hogy kiemelik annak hasznosságát, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.

Gondoltad volna, hogy van valami közös a tojássütésben, az Alzheimer-kórban, a nehézfémsók által okozott mérgezésekben és abban, hogy a másnapos vagy a sok sós ételt fogyasztó ember szomjas? Pedig van: ezek mind a fehérjék szerkezetének megváltozásához köthetők, ami miatt a fehérjék **nem képesek ellátni eredeti feladatukat** (funkcióikat), mivel **denaturálódnak**. Ha a változás **visszafordítható (reverzibilis) folyamat, akkor a fehérje** szerkezete vízzel való hígítással regenerálható. Ilyen folyamat például a dehidratáció, azaz vízelvonás, sós ételek vagy alkohol fogyasztása esetén. Ha viszont **nem visszafordítható kémiai** **(irreverzibilis)** folyamat megy végbe, a fehérje véglegesen denaturálódik, kicsapódik (**koagulál**). A főtt tojásból például nem lesz kiscsirke…

A rendelkezésre álló anyagok és eszközök felhasználásával **tervezzetek olyan modellkísérleteket**, amelyek segítségével megállapítható, hogy az alábbi esetekben reverzibilis vagy irreverzibilis fehérje-denaturáció történik!

I. Hosszabb ideig túl magas lázzal küzd valakinek a szervezete.

II. Nehézfémsó-mérgezés történik, mert például ecetes ételt állni hagynak a rézedényben.

III. A moziban szomjas lesz valaki a sok sós csipsz elfogyasztása után.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:

|  |  |
| --- | --- |
| * 15-20 cm3 tojásfehérje-oldat * CuSO4·5 H2O (rézgálic) * NaCl (konyhasó) * csapvíz * tálca * 2 db kiskanál * 1 db serpenyő * 2 db közel egyforma kicsi befőttesüveg tetővel * 1 db szemcseppentő (egy adott helyen jelzéssel ellátva, a tojásfehérje-oldat adagolására) | * 1 db villa * 1 db nagy befőttesüveg * 1 db konyhai tölcsér * 1 db térfogatmérésre alkalmas eszköz a tojásfehérje-oldat készítéséhez (konyhai mérőedény vagy mosószer-adagoló) * vatta (vagy vattapamacs vagy vattakorong) * alkoholos filc * papírtörlő * tűzhely * védőkesztyű * védőszemüveg |

**Előkészítés:**

* A rézgálic (100 g ára 320 Ft volt 2023.08.28-án) beszerezhetőek vegyszerboltokban, pl.: [Kapcsolat – AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/).
* Nátrium-klorid bármely élelmiszerboltban beszerezhető „konyhasó” vagy „só” néven.
* A tojásfehérje-oldat elkészítéséhez egy db M-es méretű tojást válassz szét sárgájára és fehérjéjére. A fehérjéhez adj közel azonos térfogatú csapvizet, majd a térfogatmérő edényben villával alaposan verd föl az oldatot. Ezek után a szűréshez tegyél vékony vattaréteget a tölcsér aljára és öntsd rá az oldatot, majd várd meg amíg átszűrődik a tiszta tojásfehérje-oldat.

A képen fedett pályás, asztali kerámiaáru, kancsó, kerámia látható

Automatikusan generált leírás A képen szöveg, papír, fedett pályás, írószer látható

Automatikusan generált leírás A képen műanyag, fal, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás

A tojásfehérje-oldat készítéséhez szükséges anyagok, eszközök, valamint az összeállított szűrő.

*A képen piros, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás*

A tojásfehérje-oldat szűrése.

* A kupakokat mindenképp feliratozni kell, hogy ne lehessen összekeverni, hogy melyikben melyik só található.
* A kísérletekhez előkészített eszközökről és anyagokról készített fénykép:

**A képen Konyhai eszközök, asztali kerámiaáru, szerszám, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírás**

**Balesetvédelem**:

* + - A gáztűzhelyen melegítésre (a nyílt láng használata miatt) nagyon kell vigyázni.
    - A serpenyőt csak a nyelénél fogd meg. A hosszú hajat össze kell fogatni. Melegítés közben gumikesztyűt nem szabad használni.
    - A kicsi befőttesüvegek tartalmának (fel-le forgatással történő) homogenizálásakor tilos azt tenyérrel befogni, minden esetben a megfelelő tetőket kell használni.
    - Ügyelni kell arra, hogy a felhasznált anyagokat a ne kóstold meg, illetve ne öntsd magadra.

**Hulladékkezelés**:

* A réz(II)-szulfátot felhasználó kísérletek maradékát a veszélyes hulladékot tartalmazó gyűjtőedényekbe kell üríteni, a lefolyóba önteni tilos. A többi kísérleti maradék a háztartásban alkalmazott módon kezelhető.

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. A következő kérdésekre adott válaszaitok segítenek ebben.**

1. MIVEL TUDJÁTOK HELYETTESÍTENI (MODELLEZNI) A KÍSÉRLETBEN A TESTÜNKBEN LÉVŐ FEHÉRJÉKET?

Tojásfehérje-oldattal.

2. MI A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ, AMELYET NEKTEK KELL VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLET SORÁN? **(EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!)**

A fehérje denaturációját okozó roncsoló hatások/külső behatások (magas hőmérséklet, nehéz- és könnyűfémsó).

3. MI A FÜGGŐ VÁLTOZÓ?

A fehérje-denaturáció típusa – reverzibilis vagy irreverzibilis.

4. HOGYAN TUDJÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

Csapvizet adunk a denaturált fehérjéhez és homogenizáljuk az így keletkezett rendszerünket.

5. FELTÉTELEZÉS (HIPOTÉZIS): Ha a fehérjemintánkat valamilyen roncsoló hatásnak tesszük ki (a független változó a tervezett módon változik), akkor reverzibilis vagy irreverzibilis módon fog denaturálódni a fehérje (a függő változó ilyen módon változik).

6. HOGYAN VÁLTOZHAT A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ? (Tervezzétek meg, mit kell tenni a kémcsövekbe az egyes kísérletek során!)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I. kísérlet: | II. kísérlet: | III. kísérlet: |
| tojásfehérje-oldat + melegítés a változás észleléséig +  hígítás desztillált vízzel + homogenizálás | tojásfehérje-oldat + réz(II)-szulfát a változás észleléséig +  hígítás desztillált vízzel + homogenizálás | tojásfehérje-oldat + nátrium-klorid a változás észleléséig +  hígítás desztillált vízzel + homogenizálás |

7. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYIK/MELYEK LESZ(NEK) AZ ÁLLANDÓ(K), AMELYIKNEK/AMELYEKNEK UGYANOLYAN(OK)NAK KELL LENNIE/LENNIÜK MINDEN KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **X** jellel!

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ☐ | A fehérjeoldat térfogata. | ☒ | A műveletek sorrendje. |
| ☐ | A kísérletet végző személye. | ☒ | A fehérjeoldat koncentrációja. |

8. A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I. kísérlet: | II. kísérlet: | III. kísérlet: |
| (1) Háromszor felszívunk a szemcseppentőbe az azon elhelyezett jelzésig tojásfehérje-oldatot, és kinyomjuk a serpenyőbe.  (2) A tűzhely segítségével óvatosan elkezdjük melegíteni az oldatot és megfigyeljük, mi történik.  (3) Csapvízzel hígítjuk a serpenyő tartalmát, összekeverjük és megfigyeljük a jelenséget. | (1) Háromszor felszívunk a szemcseppentőbe az azon elhelyezett jelzésig tojásfehérje-oldatot, és kinyomjuk a befőttesüvegbe.  (2) Kevés rézgálicot adagolunk hozzá addig, amíg változást tapasztalunk, és megfigyeljük, mi történik.  (3) Csapvízzel hígítjuk a befőttesüveg tartalmát, összekeverjük és megfigyeljük a jelenséget. | (1) Háromszor felszívunk a szemcseppentőbe az azon elhelyezett jelzésig tojásfehérje-oldatot, és kinyomjuk a befőttesüvegbe.  (2) Kevés nátrium-kloridot adagolunk hozzá addig, amíg változást tapasztalunk, és megfigyeljük, mi történik.  (3) Csapvízzel hígítjuk a befőttesüveg tartalmát, összekeverjük és megfigyeljük a jelenséget. |

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat. Egészítsétek ki a szöveget a megfelelő szavak beírásával, illetve a helyes szavak aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő ~~áthúzásával~~!**

9. TAPASZTALATOK:

I. kísérlet: A serpenyőben fehér színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

II. kísérlet: A befőttesüvegben fehér / kékes színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

III. kísérlet: A befőttesüvegben fehér színű csapadék jelenik meg, amely hígítás után **eltűnik/nem tűnik el**.

**Tapasztalatok fényképekkel:**

A képen fedett pályás, váza, kerámia, palack látható

Automatikusan generált leírás

A tojásfehérje-denaturációja melegítés, rézgálic (2.) és nátrium-klorid (3.) hatására.

A képen folyadék, ital, üdítőital, Átlátszó anyag látható

Automatikusan generált leírás

A 3. sorszámú befőttesüvegben látható fehérje-denaturáció konyhasó hatására, erősen nagyítva, a kicsapódott fehérjeszálak bekarikázva.

A képen palack, Oldat, Oldószer, szöveg látható

Automatikusan generált leírás

A denaturált tojásfehérjék hígítás után.

10. MAGYARÁZAT:

I. kísérlet: A melegítés hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jön létre/jön létre**.

II. kísérlet: A rézgálic hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

III. kísérlet: A nátrium-klorid hatására **reverzibilis/irreverzibilis** denaturáció történik**,** mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

11. KÖVETKEZTETÉS: A fehérjék magas hőmérséklet és nehézfémsók hatására irreverzibilis, könnyűfémsók hatására reverzibilis módon denaturálódnak.

12. GONDOLKODJUNK! Az alábbiakban hét olyan fehérje-denaturáció leírását találjátok, amelyekkel a hétköznapokban is lehet találkozni. Döntsétek el, hogy az adott esetben mi okozza a fehérje denaturációját, valamint azt, hogy reverzibilis (**R**) vagy irreverzibilis (**I**) típusba sorolható-e a fehérjék szerkezetének megváltozása!

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ESETLEÍRÁS | OK | TÍPUS |
| 1. Tömény salétromsav kerül valakinek a kezére kísérletezés közben. | tömény erős sav | I |
| 2. Alkoholfogyasztás után dehidratálttá válik valaki. | etil-alkohol | R |
| 3. Konyhai kesztyű nélkül nyúlt valaki a forró tepsihez és megégette a kezét. | magas hőmérséklet | I |
| 4. Szilárd szemcsés lúgot tartalmazó lefolyótisztító pattant valakinek a szemébe. | tömény erős lúg | I |
| 5. Régen, ólomcsövekből készült vízvezetékből vett vízből ivott valaki. | nehézfémsó | I |
| 6. A tojás főzés közben megkeményedik. | magas hőmérséklet | I |
| 7. Gomba- és baktériumölő szerként rézgálicot használnak a mezőgazdaságban. | nehézfémsó | I |

1. A feladatlap az MTA-ELTE Kutatásalapú Kémiatanítás Kutatócsoport „Megvalósítható kutatásalapú kémiatanítás” projektje keretében írt, „[24. feladatlap: Mérgek, máglyák, modellek…](https://ttomc.elte.hu/rails/active_storage/blobs/eyJfcmFpbHMiOnsibWVzc2FnZSI6IkJBaHBBdWNKIiwiZXhwIjpudWxsLCJwdXIiOiJibG9iX2lkIn19--c838b6ca662d1c01f87b88002f74f8ce1f126f81/24_Feherjek_2019_09_11_NYOMTATNI.docx?disposition=attachment)” nyomán készült, ami a következő linkről tölthető le: [Természettudományos Oktatásmódszertani Centrum (elte.hu)](https://ttomc.elte.hu/publications/90) (Utolsó látogatás: 2024. 08. 06.) [↑](#footnote-ref-1)