



ÉPÍTŐANYAG BÁNYÁSZAT NÉLKÜL



Erasmus+



IDŐTARTAM

Előkészítés:

40 perc

Tevékenység:

45 (90) perc / 1 (2) tanóra



KULCSSZAVAK

Kémia; fenntartható gyártás; klímaváltozás; korallok; bányászat; mésző

ÖSSZEFOGLALÁS

Ebben a kísérletben a diákok tengervízből és szén-dioxidból állítanak elő kalcium-karbonátot (a cement alapanyagát), utánozva a korallok élettani folyamatait. A példán alapuló eljárás elősegítheti nagyüzemi szinten is a fenntarthatóbb betongyártást.

KAPCSOLÓDÓ MODULOK

- Épületek

BIOMIMIKRI ALAPELVEK



2 – A természet csak annyi energiát használ, amennyi szükséges

9 – A természetben semmi sem korlátolt

TANULÁSI CÉLOK

A modul végére a diákok

- új szemlélettel tekintsenek a kémiára és a gyártási folyamatokra;
- legyenek képesek kritikusan szemlélni az emberek, a technika és a környezet kapcsolatát;
- gondolkozzanak el azon, hogy a természet mintáját követve a gyártási folyamatok ártalmatlanná vagy akár a bolygót segítővé is válhatnak.

TANULÁSI EREDMÉNYEK

- A diákok elgondolkodnak azon, hogy a gyártás és a termék felhasználása során keletkező környezeti károk elkerülhetőek lehetnek.
- A diákok megismerik, hogy a Föld élővilága a környezetével együttműködve és azt segítve állít elő különböző anyagokat.
- A diákok kritikusan gondolkodnak az emberi technológiák környezeti hatásaival kapcsolatban.
- A diákok megértik, hogy a kémia számukra is érdekes témákkal áll szoros kapcsolatban.

BIOLEARN KOMPETENCIÁK

- A diákok képesek felfedezni a fenntarthatósági alapelveket a természet működésében.
- A diákok tudatosabban ismerik fel (és egyben el) a természetben megfigyelhető tökéletes formatervezést, valamint azt, hogy a természet egységes rendszerként működik, ahol minden mindennel összefügg.
- A diákok képesek az újítások kapcsán mintaként szemlélni a természetet, a felfedezett ötleteket kreatívan meglátni és alkalmazni.
- A diákok képesek a biomimikri ötletek alkalmazására.
- A diákok képesek csoportban dolgozni.
- A diákok motiváltabbak a STEAM tantárgyak tanulásában és megtapasztalják, hogy az ismereteket széles körben tudják alkalmazni.

HÁTTÉR

A kísérlet során megtanulhatjuk a természettől, hogy hogyan lehet az eddiginél környezetbarátabb módon előállítani alapanyagokat.

Ebben a kísérletben egy anyagra, a cementre koncentrálnak. A cementet nagyüzemileg úgy állítják elő, hogy a földkéregből kibányásszák a mészkövet (aminek nagy része kalcium-karbonát) és 1400 °C-on hevítik fosszilis üzemanyag felhasználásával. Ez a folyamat évente 39 milliárd tonna külfejtéses bányászattal kitermelt mészkövet használ fel, a hevítés pedig az éves szén-dioxid kibocsátás 6%-ért felelős.

Nem mi vagyunk azonban az egyetlenek a bolygón, akiknek mészre van szüksége! A kőkorallok (*Scleractinia*) már évmilliók óta készítik a cementgyártás alapanyagát, a kalcium-karbonátot. Az ő előállítási folyamatuk azonban nem sebzik meg a földfelszínt és nem okoz klímaváltozást. Éppen ellenkezőleg: a kőkorallok a kalcium-karbonátos vázak építése közben a Föld egyik legfajgazdagabb élőhelyét hozzák létre, és emellett több milliárd tonna szén-dioxidot kötnek meg a légkörből.

Mi a titka a korallok hihetetlen teljesítményének? A siker titka abban rejlik, ahogyan kinyerik és előállítják az alapanyagot a nagyrészt kalcium-karbonátból álló vázuk számára. Ahelyett, hogy nagy mennyiségben bányásznák ki a mészkövet a földfelszínből, a korallok a kalciumot, a szenet és az oxigént az őket körülvevő tengervízből nyerik ki. Az alapanyagok vegyítését pedig nem hevítéssel teszik meg, hanem megteremtik azokat a kémiai feltételeket, amelyekben a kalcium-karbonát molekulák képesek az óceán környezeti hőmérsékletén kialakulni, így nincs szükség kőbányákra vagy üvegházhatású gázok kibocsátására.

Hogyan csinálják? A tengervíz oldott kalcium-kloridot és szén-dioxidot tartalmaz, amelyek reakcióba lépnek egymással, és kalcium-karbonát csapadék képződik. Ez a folyamat nagyon lassan játszódik le, a korallok (és a vázat előállító csigák, kagylók) ezt gyorsítják fel a megfelelő feltételek létrehozásával. A testük és a váz közötti nagyon keskeny résben lecsökkentik a H⁺ ion koncentrációját aktív biológiai pumpa segítségével. Ebben a lúgos (pH=9) közegben pedig könnyen reakcióba lép egymással a kalcium-ion és a karbonát-ion mikrokristályokat képezve, melyek a vázra rakódnak és épülnek be.

A KÍSÉRLET LEÍRÁSA

Számos vállalat merített már ötletet a koralloktól és más élőlényektől, hogy lehetetlennek tűnő technológiai folyamatokat oldjanak meg. Ilyen például a cement előállítása a többek között szén-oxidból kibocsátott szén-dioxidból vagy a műanyagé a levegőből. Csakúgy, mint azok az élőlények, amelyeket utánoznak, ezek a cégek is azt bizonyítják, hogy a mindennapjainkban fontos alapanyagok előállításának teljesen új módjai is lehetségesek, és nem vagyunk bezárva a környezetrombolásba és az erőforrásaink szűkösségének lefelé irányuló spiráljába. Azok a gyárak, amik valóban követik a természet példáját, képesek javítani az alapanyagot szolgáltató környezet állapotán, miközben bőségesen termelnek is.

A kísérletben a diákok a természetet utánozva, fenntartható kémiai folyamatok által hoznak létre kalcium-karbonátot hulladék anyagokból (pl. kipufogógáz) és tengervízből. Ezzel a gyakorlattal a diákok első kézből tapasztalhatnak meg egy újszerű technológiát. Egyben megtanulhatják, hogy a Földön más fajok milliói olyan „gyártási modell” szerint működnek, ami nem ártalmas a környezetre. Kiderül számukra, hogy világunk tele van olyan biológiai mintákkal, amik példaként szolgálhatnak fenntartható kémiai folyamatokhoz és más újításokhoz. A kísérlet biztonságos, elvégezhető egy vagy két tanórában, olcsó és könnyen beszerezhető anyagokkal, nem igényel speciális tudományos ismereteket és felszereléseket.

Forrás:

<https://www.learningwithnature.org/>

Education Materials / Middle/High School Engineering Curriculum / 7. Brainy Coral (p. 79)

A KÍSÉRLET LEÍRÁSA


 ESZKÖZÖK ÉS
ANYAGOK

- bármilyen tengeri kagyló
- Szén-dioxid forrás, lehetőleg olyan, ami hulladéknak tekinthető, mint pl. a kipufogógáz (~15% CO₂). Lehet szén-dioxid forrás a száraz jég (100% CO₂) is; kinyerhető a kilélegzett levegőből (~5% CO₂); a légkörben található szén-dioxidot szintén használhatjuk (~0.04% CO₂).
 - Tengervíz vagy ahhoz hasonló anyag. Kisállat kereskedésekben kapható, akváriumokhoz használt tengervíz keverék is jó lehet, a lényeg, hogy tartalmazzon kalcium-kloridot (CaCl₂). Használhatunk szilárd CaCl₂-t is.
 - akvárium levegőztető (nem kötelező, de ajánlott), szintén kapható kisállat kereskedésekben
 - nátrium-hidroxid oldat (NaOH)
- Üvegtartályok, gumicsövek és csatlakozók (lásd a leírást). Ezek lehetnek laboratóriumi edények (pl. főzőpohár) vagy befőttesüvegek. A gumicsövek bármilyen laborellátó üzletben vagy gazdaboltban kaphatóak.
 - tölcsér
 - szűrőpapír
 - indikátorpapír
 - ecet (opcionális)

BIZTONSÁG

A száraz jéghez és a cementhez csak gumikesztyűben nyúljunk!

A **nátrium-hidroxid** (NaOH) maró hatású; kerüljük a bőrrel vagy szemmel való érintkezést vagy a gőzök belégzését! **A diákok viseljenek védőszemüveget és gumikesztyűt, amikor ezt az anyagot használják!**

ELŐKÉSZÜLETEK

Szén-dioxid (CO₂)

A legegyszerűbb szén-dioxid forrás a szárazjég vagy a szóдавíz, de szemléletformálás szempontjából szerencsésebb, ha az autók kipufogójából származó szén-dioxidot használjuk, amit a diákok maguk gyűjtenek össze. Ily módon jobban érzékelhetik, hogy az általunk túlzott mértékben kibocsátott szén-dioxidból állítunk elő alapanyagot.

Az autó kipufogógázait egy beindított autóból lehet összegyűjteni, még mielőtt átforrósodna. A kipufogócsőhöz egy félbe vágott műanyag palackon vagy tölcséren keresztül gumigyűrű és erős ragasztószalag segítségével rögzítsünk egy léggömböt. Két vagy három perc elegendő ahhoz, hogy megfelelő mennyiségű gáz jusson a ballonba. Ha a diákok maguk végzik a kísérletet, akkor több léggömbbe gyűjtsék az autó kipufogógázát. A kísérletnél a ballon szájába helyezzünk egy gumicsövet, amelyen keresztül az oldatba tudjuk juttatni a tartalmát.

Ha szárazjeget használunk, kesztyűben helyezzünk egy kis darabot egy üvegedénybe vagy egy szívópalackba, és zárjuk le olyan csavaros fedéllel vagy dugóval, amelyen keresztül cső halad át; rögzítsük az akvárium levegőztetőt a cső másik végére.

Szolgálhat CO₂ forrásként a kilélegzett levegő is, ekkor szívószállal fújjanak a tanulók a tartályba. A balesetek megelőzése végett takarjuk le az edényt, vagy egy kupakon keresztül vezessük a szívószálat!

Kalcium-klorid (CaCl₂)

Használhatunk tengervizet, a kisállat boltból beszerzett hasonló sókeveréket vagy tengeri sót. Mi is készíthetünk, akár a diákokkal együtt is 0,1 M-os oldatot (1,47 g CaCl₂-ot oldjunk fel 100 ml vízben).

A KÍSÉRLET LEÍRÁSA

Nátrium-hidroxid (NaOH)

Készítsünk 1 M-os oldatot (azaz 3,99 g NaOH-ot oldjunk fel 100 ml vízben). A háztartási lúg (lefolyótisztító) is szolgálhat NaOH forrásként, ha tiszta és folyékony. Néhány csepp szükséges csak az oldat pH-jának beállításához. Figyelem! Bár veszélyes anyag a nátrium-hidroxid, de nem helyettesíthető sem szódabikarbónával, sem mosószóval, mert azok eleve karbonátot tartalmaznak, így félre megy a kísérlet.

LEÍRÁS

A diákokat osszuk 2-4 fős csoportokba és mondjuk el nekik a kísérlet menetét és azt is, hogy milyen anyagokat fognak használni, illetve mire kell figyelni a **biztonságuk** megőrzése érdekében. Lehetőleg mindenkinek legyen szerepe a csoportban a kísérlet során!

Készítsük elő az alapanyagokat és a *Háttér*-ben található információk segítségével beszéljük át, mire miért van szükség:

- **CaCl₂**: Beszéljük meg a diákokkal, hogy milyen szerepet játszik a tengervízben található CaCl₂ a korallok kalcium-karbonát előállításában: kalcium ionokat tartalmaz, amelyek beépülnek a kalcium-karbonátba. Mi ugyanezt az anyagot használjuk, csak a forrásunk lehet, hogy nem tengervíz.
- **NaOH**: A kalcium-karbonát előállításához lúgos közeg szükséges. Azt, hogy melyik atom (ion) maradjon a reakció helyszínén (vagyis a sejtek és a víz között) és melyik ne, illetve, hogy milyen legyen ezek koncentrációja, aktív transzport segítségével kontrollálja az élőlény. Mi NaOH-oldatot használunk a megfelelő pH beállítására.
- **CO₂**: A korallok a levegőből a vízbe beoldott szén-dioxidot használják fel és építik be a CaCO₃-ba.

Folyamat:

1. Tegyük tengervizet vagy CaCl₂ oldatot egy nagyobb üvegedénybe!
2. Adjunk pár csepp NaOH oldatot hozzá! Amikor elkezdődik a csapadék képződése, adagoljunk még NaOH-t, amíg beáll a reakció lejátszódásához szükséges 9-es pH, ezt indikátor papírral ellenőrizhetjük.
3. Vezessünk szén-dioxidot az oldatba!
 - Ha szárazjeget használunk, helyezük az akvárium levegőztetőt az edénybe. Ahhoz, hogy elegendő csapadék keletkezzen, legalább 3-5 percig engedjük a CO₂-t az oldatba.

A KÍSÉRLET LEÍRÁSA

- Amennyiben kipufogógázt használunk, tegyük a gumicső szabad végét az edénybe, majd finoman nyomjuk meg a léggömböt, hogy a széndioxid átkerüljön az oldatba. Azonnal fehér, ködöszerű csapadéknak kell képződnie, amely lassan leereszkedik az tartály aljára. Ahhoz, hogy elegendő csapadék keletkezzen, minimum 5 percig folytassuk a műveletet.
 - Amennyiben a kilélegzett levegőt használjuk CO_2 forrásként, néhány diák szívószállal fújjon a tartályba.
4. Távolítsuk el a csövet az oldatból és hagyjuk állni pár percig. Látni fogjuk, hogy kitisztul, ahogy a csapadék lesüllyed az üvegedény aljára. Rázzuk fel az oldatot, majd lassan szűrjük le! A csapadék a szűrőpapírra ül ki.

A KÍSÉRLET MEGBESZÉLÉSE

Foglaljuk össze a kísérletet a diákokkal. Hangsúlyozzuk, hogy az anyag, amit létrehoztak kalcium-karbonát, a cement alapanyaga, amit egyébként az emberek a földfelszínből bányásznak ki. Ők most mindezt némi kipufogógázból és tengervízből (CaCl_2) állították elő! Az eredeti ötlet pedig a koralloktól lestük el!

A szűrőpapírokat hagyjuk megszáradni. Miután megszáradt, engedjük meg a diákoknak, hogy az ujjaik között összemorzsolgassák a keletkezett anyagot. A termék a CaCO_3 -on kívül más vegyületeket is tartalmazhat, különösen, ha tengervízzel vagy tengeri sóval dolgoztunk. Ha szárazjeget (vagy tiszta széndioxid gázt) és kalcium-klorid oldatot használtunk csak, akkor a létrehozott termék analízise során 100%-os CaCO_3 -t mutathatunk ki. Ezt ellenőrizhetjük is: csöppentsenek rá ecetet! A CaCO_3 jelenlétben heves pezsgés indul meg.