

3B SCIENTIFIC® BIOLÓGIA



Fotoszintézis eszközkészlet W16121 [1012864]

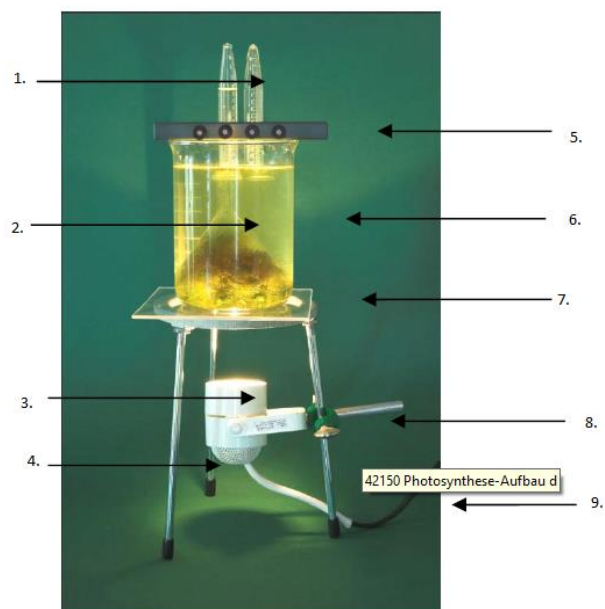
W16122 [1012866]

Kísérleti leírások

Fotoszintézis eszközkészlet

1. Szükséges eszközök

1. Gyűjtő edény, beosztással
2. Tölcsér
3. Halogén lámpa
4. Háromlábú állvány
5. Univerzális tartó
6. Mérőpohár
7. Akril üveglap
8. Dió
9. Tápegység kábel



Fotoszintézis kísérleti összeállítás

1012864 Fotoszintézis kísérleti készlet

Mennyiség	Termék
1	Mérőpohár, 1 l
1	Tölcsér, 85 mm átm., rövid kiöntővel
1	Univerzális tartó
4	Gyűjtő edény, osztással, gázok számára
2	Gumidugó
4	Színszűrő (piros, zöld, sárga, kék), 140 x 140 mm
4	Szürke szűrő, 140 x 140 mm
1	Használati útmutató CD-n



1012866 Világítás eszköz a fotoszintézis eszközkészlethez

Mennyiség	Termék
1	Laboratóriumi lámpa, magas IR (infravörös) tartalommal
1	Háromlábú állvány, 120 mm átm.
1	Akril üveglap, 150 x 150 x 3mm
1	Dupla aljzat



2. A következő vízinövényeket célszerű használni a kísérletek során:

Elodea densa Caspary

Ceratophyllum demersum L.

Myriophyllum verticillatum L.

Najas maritima L.

3. Gyakorlati kísérletek

A következő részben a fotoszintézis folyamatának megfigyelésének leírására kerül sor, különböző faktoroktól függvényében. A leírásokban található kísérletek mind tanári demonstrációként, mind tanulói kísérlet keretében elvégezhetőek. Tanári demonstráció közben írásvetítő fénye is használható fényforrásként. Ehhez a tölcsért és a gyűjtő edényt tartalmazó mérőpoharat az írásvetítőre kell helyezni. Diák-kísérletekhez a háromlábú állványt kell használni, erre rögzítendő a lámpa. A következőkben a tanulói kísérletek leírása következik.

A növények által termelt oxigén mennyisége növényenként nagyban eltérhet. Függhet a növényfajtól, melyik évszakban szedték, a növény korától, valamint a szedés és a kísérlet között eltelt időtől is. A táblázatokban megadott oxigéntermelési adatok csak útmutatóként használhatók. Ahhoz, hogy a gázbuborékok ne tapadjanak az üveg falához, minden eszközt alaposan meg kell tisztítani a kísérletek elvégzése előtt.

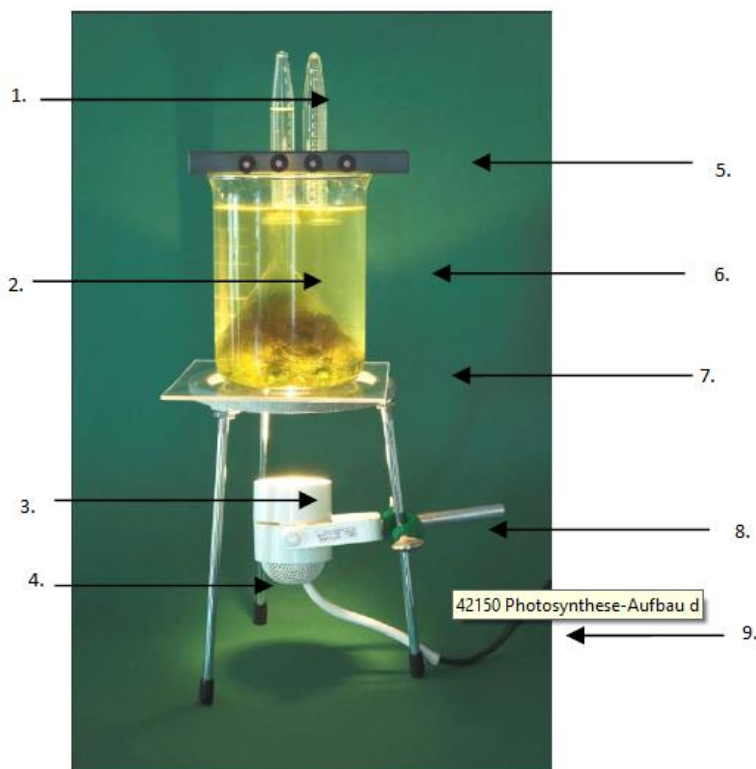
Tanácsos minden kísérlet előtt kiosztani a diákoknak egy elemzőlapot) tanulói lap és eredményrögzítő lap), melyre a tanulók a saját eredményeiket felírhatják. Ez az elemző lap kell, hogy tartalmazza a kísérleti utasításokat. A tanulók megfigyeléseiket is erre a lapra írják, rögzített értékeiket pedig az előre elkészített táblázatokba.

Minden témára három-négy kísérlet került leírásra. Ezek a kísérleteket az a tanulók négy csoportba osztva párhuzamosan is végezhetik egymással. Mindegyik csoport a kísérlet befejeztével kiselőadás keretében megoszthatja tapasztalatait a többi csoporttal. Így a diákok minden, különböző körülmény között végzett kísérletről átfogó képet kapnak.

Minden csoportnak a következő eszközökre lesz szüksége a kísérletekhez:

- 1. Fotoszintézis eszközkészlet**
- 2. Világító eszköz a fotoszintézis eszközkészlethez**

Alap kísérleti összeállítás fotoszintézis kísérletekhez



- | | |
|------------------------------|--------------------|
| 1. Gyűjtő edény, beosztással | 6. Mérőpohár |
| 2. Tölcsér | 7. Akril üveglap |
| 3. Halogén lámpa | 8. Dió |
| 4. Háromlábú állvány | 9. Tápegység kábel |
| 5. Univerzális tartó | |

Kísérleti összeállítás leírása minden kísérlethez:

1. Állítsa össze a kísérleti eszközöket a fenti kép szerint. Töltse meg a mérőpoharat 18-20 °C-os vízzel a perem alatt 2 cm-ig. Átokhínárt a mérő
2. Tegyen a mérőpohárba vízínövény darabokat, mint például Kanadai Átokhínárt. A vízínövényeket előzőleg 1,5 cm hosszú darabokra kell vágni szike vagy borotvapenge segítségével, úgy, hogy túl nagy nyomást ne gyakoroljunk a növényre. Ezekből a darabokból kell 12 darabot a mérőpohárba helyezni.
3. Helyezze a tölcsért fejjel lefelé a mérőpohárba, hogy a vízínövény darabokat a tölcsér alatt helyezkedjenek el.
4. Helyezze a beosztással rendelkező gyűjtőedényt, vízzel telve, a nyitott szájával lefelé a tölcsér cső alakú végére. Majd csatlakoztassa gyűjtőedényt az univerzális tartó segítségével a mérőpohárhoz. Eközben nem szabad levegőnek jutnia a gyűjtőedénybe.
5. Helyezze az üveglap alá 5 cm-rel a lámpát úgy, hogy a növény elég fényt kapjon. Kapcsolja be a lámpát, és világítsa meg kb. 30 percen keresztül.
6. Olvassa le és jegyezze fel 5 percenként a keletkezett gáz mennyiségét.

Kísérletek:

3.1. Fotoszintézis aktivitásának vizsgálata különböző szén-dioxid tartalmú vízzel

1. csoport: A fotoszintézis aktivitásának meghatározása csapvíz felhasználásával 18-20 °C-os langyos csapvizet kell használni a kísérlet során.

Megfigyelés és kiértékelés

Az első gázbuborék keletkezése a növénydarabok végén kb. 5 perc elteltével figyelhető meg. A buborékok felemelkednek, és a gyűjtőedényben gyűlnek össze. A gázbuborékok főként a darabok végén keletkeznek, és csak kevés képződik a leveleken, ugyanis a gázbuborékok ott kisebb ellenállásba ütköznek, mint a leveleken. Kb. 30 perc elteltével 0,5 ml-nyi gáz keletkezett.

2. csoport: A fotoszintézis aktivitásának meghatározása forralt csapvíz felhasználásával 18-20 °C-ra lehűt, előzőleg felforralt csapvizet kell használni a kísérlethez.

Megfigyelés és kiértékelés

Nem figyelhető meg gázképződés. A forralással a víz szén-dioxid tartalma teljesen eltűnik. Mivel a növények szén-dioxid nélkül nem tudnak szerves anyagot előállítani, így oxigén sem keletkezik; az ilyen vízben tartott növény elpusztul.

3. csoport: A fotoszintézis aktivitásának meghatározása csapvíz és szénsavas víz felhasználásával

A kísérlethez 90 ml szénsavas vizet kell a mérőpohárba tölteni, majd ezt a perem alatt 2 cm-ig feltölteni 18-20 °C-os csapvízzel.

Megfigyelés és kiértékelés

Megfigyelhető, hogy szénsavas víz hozzáadásával a egyáltalán nem történik gázképződés növekedés, mint ahogy azt vártuk volna. Csak 10 perc elteltével kezdődik meg a gázképződés. A felemelkedő gáz buborékok csak 15 perc elteltével kezdenek a gyűjtőedényben összegyűlni. A képződött oxigén mennyisége annyira kevés, hogy csak néhány buborék mérhető a gyűjtő edényben. Ennek az oka a szén-dioxid, mely a vízben gáz formában van jelen, és ilyen formában a vízinövény nem képes felvenni. Mivel ez a szén-dioxid a leveleken rakódik le, az oldott formában jelen lévő szén-dioxid mennyisége, melyet a növény képes felvenni jóval alacsonyabb ebben az esetben.

4. csoport: A fotoszintézis aktivitásának meghatározása 2 g nátrium-hidrogénkarbonátot (szódabikarbóna) (NaHCO₃) tartalmazó csapvíz felhasználásával

A kísérlethez 18-20 °C-os csapvízhez nátrium-hidrogénkarbonátot kell adni és teljesen feloldani.

Megfigyelés és kiértékelés

Megfigyelhető, hogy nátrium-hidrogénkarbonát hozzáadásával megnövekszik a gázképződés. Ez a hozzáadott nátrium-hidrogénkarbonát által okozott szén-dioxid mennyiséggel függ össze. Annak a ténynek a következtében, hogy a fotoszintézis függ a szén-dioxid koncentrációjától, ebben az esetben több gáz képződött, mint csapvíz esetében. Ezt magyarázza a pH érték változás (lúgosabb), és az ezzel együtt járó vízben oldott szén-dioxid mennyiségének növekedése is.

Idő	Képződött gáz mennyisége (ml)			
	1. csoport	2. csoport	3. csoport	4. csoport
5 perc után	0	0	0	0
10 perc után	0,1	0	0	0,2
15 perc után	0,2	0	0,05	0,3
20 perc után	0,3	0	0,1	0,4
25 perc után	0,4	0	0,15	0,55
30 perc után	0,5	0	0,2	0,7

A táblázatban feltüntetett képződött gázmennyiségek csak hozzávetőleges becslésként vehetők figyelembe!

3.2. Fotoszintézis aktivitásának vizsgálata különböző intenzitású fényel

1. csoport: Fotoszintézis aktivitásának meghatározása szürke szűrő nélkül
Ebben a kísérletben nem kell a szürke szűrőt a mérőpohár és az üveglap közé helyezni.

Megfigyelés és kiértékelés

Az első gázbuborék keletkezése a növénydarabok végén kb. 5 perc elteltével figyelhető meg. A buborékok felemelkednek, és a gyűjtőedényben gyűlnek össze. A gázbuborékok főként a darabok végén keletkeznek, és csak kevés képződik a leveleken, ugyanis a gázbuborékok ott kisebb ellenállásba ütköznek, mint a leveleken. Kb. 30 perc elteltével 0,5 ml-nyi gáz keletkezett.

2. csoport: Fotoszintézis aktivitásának meghatározása egy szürke szűrő használatával
Ebben a kísérletben a szürke szűrőt a mérőpohár és az üveglap közé kell helyezni.

Megfigyelés és kiértékelés

Megfigyelhető, hogy 15 perc elteltével is csak pár gázbuborék keletkezik a növénydarabokon. Annyira kevés, hogy csak néhány emelkedik fel a gyűjtőedénybe. Ez mutatja, hogy a fényintenzitás - a szén-dioxid mennyisége mellett - létfontosságú a vízinövények számára. Már enyhén tompított fényben sem képes a növény hatékony fotoszintézisre. Azt szintén meg kell jegyezni, hogy a képződött oxigén mennyisége függ a felhasznált vízinövény fajtától is.

3. csoport: Fotoszintézis aktivitásának meghatározása két szürke szűrő használatával
Ebben a kísérletben két szürke szűrőt kell a mérőpohár és az üveglap közé helyezni.

Megfigyelés és kiértékelés

Megfigyelhető, hogy egyáltalán nem történik gázbuborék képződés a növénydarabok végén, így nem tud buborék felemelkedni és összegyűlni a gyűjtőedényben. A két szürke szűrő okozta fénycsökkenés következtében a növény nem mutatja jelét a fotoszintézis folyamatának.

Idő	Képződött gáz mennyisége (ml)		
	1. csoport	2. csoport	3. csoport
5 perc után	0	0	0
10 perc után	0,1	0	0
15 perc után	0,2	0	0
20 perc után	0,3	0	0
25 perc után	0,4	0,1	0
30 perc után	0,5	0,15	0

A táblázatban feltüntetett képződött gázmennyiségek csak hozzávetőleges becslésként vehetők figyelembe!

3.3. Fotoszintézis aktivitásának vizsgálata 4 különböző hullámhosszúságú fényvel

1. csoport: Fotoszintézis aktivitásának meghatározása piros színszűrő használatával
Ebben a kísérletben egy piros színszűrőt kell a mérőpohár és az üveglap közé helyezni.

Megfigyelés és kiértékelés

Megfigyelhető, hogy piros színszűrő használatakor már a 4. perc végén megkezdődik a gázbuborék képződés. A buborékok felemelkednek, és a gyűjtőedényben gyűlnek össze. A piros színszűrő kb. 665 nm-es hullámhosszal rendelkezik, mely a fotoszintézis számára igen fontos tartományba esik. 1881-ben ENGELMANN tanulmányozta a spektrum színeinek hatását a hínár (ELODEA) fotoszintézisének aktivitására azt találta, hogy a piros fény mennyisége rendkívül fontos a zöld növények fotoszintézisében. Meg kell jegyezni, hogy a vörös színtartományba eső fény csak rövidebb hullámhosszúságú fényvel együtt megfelelően hatékony. Ez az oka annak, hogy a piros színszűrő használatakor mért oxigén mennyisége alacsonyabb, mint amikor nem használtunk egyáltalán színszűrőt.

2. csoport: Fotoszintézis aktivitásának meghatározása sárga színszűrő használatával
Ebben a kísérletben egy sárga színszűrőt kell a mérőpohár és az üveglap közé helyezni.

Megfigyelés és kiértékelés

Sárga színszűrő használatakor közel ugyanannyi gázbuborék képződése figyelhető meg a növénydarabok végein, közel ugyanannyi emelkedik fel és gyűlik össze a gyűjtőedényben, mint a piros színszűrő használatakor. A sárga színszűrő kb. 600 nm-es hullámhosszal rendelkezik, mely még mindig a fotoszintézis számára fontos tartományba esik. Most már kikövetkeztethető, hogy a használt színszűrő hullámhosszának csökkenésével a növény fotoszintézisének aktivitása esik.

3. csoport: Fotoszintézis aktivitásának meghatározása zöld színszűrő használatával
Ebben a kísérletben egy zöld színszűrőt kell a mérőpohár és az üveglap közé helyezni.

Megfigyelés és kiértékelés

Megfigyelhető, hogy alig képződik gázbuborék a növények végeinél, emelkedik fel és gyűlik össze a gyűjtőedénybe zöld színszűrő használatakor. A zöld színszűrő kb. 540 nm-es hullámhosszal rendelkezik, mely a fotoszintézis számára kevésbé fontos tartományba esik. Most már egyértelműen látható, hogy az alkalmazott színszűrő hullámhosszának csökkenésével a növény fotoszintézisének aktivitása még jobban esik.

4. csoport: Fotoszintézis aktivitásának meghatározása kék színszűrő használatával
Ebben a kísérletben egy kék színszűrőt kell a mérőpohár és az üveglap közé helyezni.

Megfigyelés és kiértékelés

Megfigyelhető, hogy egyáltalán nem történik gázbuborék képződés a növénydarabok végénél, így semennyi gázbuborék nem emelkedik fel és gyűlik össze a gyűjtőedényben. A kék színszűrő kb. 480 nm-es hullámhosszal rendelkezik, mely a fotoszintézis számára nem fontos tartományba esik. Ennek a kísérletsorozatnak az eredménye az, hogy a fény hullámhosszának csökkenésével a növény fotoszintézisének aktivitása is csökken.

Idő	Képződött gáz mennyisége (ml)			
	1. csoport	2. csoport	3. csoport	4. csoport
5 perc után	0	0	0	0
10 perc után	0,1	0,1	0	0
15 perc után	0,2	0,2	0,1	0
20 perc után	0,4	0,3	0,15	0
25 perc után	0,5	0,4	0,2	0
30 perc után	0,6	0,5	0,3	0

A táblázatban feltüntetett képződött gázmennyiségek csak hozzávetőleges becslésként vehetők figyelembe!

3.4. Fotoszintézis aktivitásának vizsgálata különböző hőmérsékletű vízben

1. csoport: Fotoszintézis aktivitásának meghatározása 18 °C-os vízben

Ehhez a kísérlethez 18 °C-os csapvizet kell használni.

Megfigyelés és kiértékelés

Az első gázbuborék keletkezése a növénydarabok végén néhány perc elteltével figyelhető meg. A buborékok felemelkednek, és a gyűjtőedényben gyűlnek össze. A gázkeletkezés erős és egyenletes. A víz hőmérsékletem, mely ebben a kísérletben használatos megfelel a természetes vizek nyári hőmérsékletének. Ebben az évszakban, ezen a hőmérsékleten a legintenzívebb a növények fotoszintézise.

2. csoport: Fotoszintézis aktivitásának meghatározása 25 °C-os vízben

Ehhez a kísérlethez 25 °C-os, langyos csapvizet kell használni.

Megfigyelés és kiértékelés

Az első gázbuborék keletkezése a növénydarabok végén 2-3 perc elteltével figyelhető meg. A buborékok felemelkednek, és a gyűjtőedényben gyűlnek össze. A gázkeletkezés egyértelműen erősebb, mint 18 °C-os vízben. Ez azt jelenti, hogy a víz hőmérsékletének növekedésével a növény fotoszintézisének aktivitása is nő, minthogy a hőmérséklet körülmények javultak.

3. csoport: Fotoszintézis aktivitásának meghatározása 30 °C-os vízben

Ehhez a kísérlethez 30 °C-os, langyos csapvizet kell használni.

Megfigyelés és kiértékelés

Az gázbuborék keletkezése a növénydarabok végén egyértelműen megfigyelhetőek. A buborékok felemelkednek, és a gyűjtőedényben gyűlnek össze. A gázképződés szintén nagyon erős a 30 °C-os vízben is. Ez azt jelenti, hogy a növény fotoszintetizáló képessége továbbra is nagyon hatékony, ahogy a hőmérséklet emelkedik, még 30 °C-os vízben is. A 30 °C-os víz bizonyul az optimális hőmérsékletnek a növény fotoszintéziséhez.

4. csoport: Fotoszintézis aktivitásának meghatározása 35 °C-os vízben

Ehhez a kísérlethez 35 °C-os, meleg csapvizet kell használni.

Megfigyelés és kiértékelés

Megfigyelhető, hogy szinte nem is képződik gázbuborék a növények végeinél, emelkedik fel és gyűlik össze a gyűjtőedénybe. A gázképződés szinte teljesen megállt. Fotoszintézis alig figyelhető meg 35 °C-os vízben, melyből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy ezen a hőmérsékleten a növény meg fog halni, mivel nem képes szerves anyagot előállítani.

Idő	Képződött gáz mennyisége (ml)			
	1. csoport	2. csoport	3. csoport	4. csoport
5 perc után	0	0,05	0,1	0,1
10 perc után	0,2	0,3	0,3	0,3
15 perc után	0,3	0,5	0,5	0,4
20 perc után	0,4	0,65	0,8	0,5
25 perc után	0,55	0,8	1,0	0,6
30 perc után	0,7	1,0	1,4	0,65

A táblázatban feltüntetett képződött gázmennyiségek csak hozzávetőleges becslésként vehetők figyelembe!

3.5. Annak bizonyítása, hogy oxigén gáz keletkezett a fotoszintézis során

Azt javasoljuk, hogy ez a teszt tanári demonstráció során kerüljön bizonyításra, mivel kivitelezéséhez magasabb hozzáértés szükséges.

Ahhoz, hogy ezt a kísérletet bemutathassuk, szükség van bizonyos mennyiségű (legalább 2 ml) oxigén képződésére. Ez a mennyiség kb. 60 perc alatt keletkezik.

További szükséges eszközök: 1 borszeszegő, 1 fapálca

1. Állítsa össze a kísérleti eszközöket a fenti kép szerint. Töltse meg a mérőpoharat 18-20 °C-os csapvízzel a perem alatt 2 cm-ig, melyhez 2 g nátrium-hidrogénkarbonátot kell adni.
2. Tegyen a mérőpohárba 14 db vízínövény darabot, mint például Kanadai Átokhínárt. A vízínövényeket előzőleg 1,5 cm hosszú darabokra kell vágni szike vagy borotvapenge segítségével, úgy, hogy túl nagy nyomást ne gyakoroljunk a növényre.
3. Helyezze a tölcsért fejjel lefelé a mérőpohárba, hogy mind a 14 vízínövény darab a tölcsér alatt helyezkedjenek el.
4. Helyezze a beosztással rendelkező gyűjtőedényt, vízzel telve, a nyitott szájával lefelé a tölcsér cső alakú végére. Majd csatlakoztassa gyűjtőedényt az univerzális tartó segítségével a mérőpohárhoz. Eközben nem szabad levegőnek jutnia a gyűjtőedénybe.
5. Helyezze az üveglap alá 5 cm-rel a lámpát úgy, hogy a növény elég fényt kapjon. Kapcsolja be a lámpát, és világítsa meg kb. 30 percen keresztül. Tanári kísérlet során írásvetítő is használható.
6. Vegye le a gyűjtő edényt az univerzális tartóról és helyezze lefelé a tölcsérré. Távolítsa el az univerzális tartót és helyezzen dugót a gyűjtőedénybe, miközben még a víz alatt van, majd emelje ki a vízből. **Figyelem! Eközben nem szabad levegőnek jutnia a gyűjtőedénybe!**
7. Gyűjtson meg egy fapálcát, hagyja egy pillanatig égni, majd fújja el a lángot. A fapálca izzik. Távolítsa el a dugót a gyűjtőedényből és gyorsan helyezze be a fapálcát a gyűjtőedényben lévő gázba.

Megfigyelés és kiértékelés

Az izzó fapálca felgyullad, ahogy a fotoszintézis közben keletkező gázba helyezzük. Ez bizonyítja az oxigén jelenlétét. Így kategorikusan kijelenthető, hogy fotoszintézis közben mindig keletkezik oxigén gáz.

A növények termelik az állatvilág minden képviselője számára a túléléshez szükséges oxigént. Ez mutatja az életformák egymásra utaltságát. Növények nélkül nem lenne oxigén az állatok számára, állatok nélkül pedig nem lenne szén—dioxid, mely a növények asszimilációjához elengedhetetlen.