

01. Barwniki fotosyntetyczne

Ekstrakcja i rozdział barwników z liści roślin.



biologia



45 min.

słowa kluczowe: fotosynteza, samożywność, barwniki roślinne

Podstawa programowa

Przyroda - klasa 4

VI.9. Uczeń odróżnia organizmy samożywne i cudzożywne, podaje podstawowe różnice w sposobie ich odżywiania się, wskazuje przystosowania w budowie organizmów do zdobywania pokarmu.

Biologia - klasa 5

I.6. Uczeń przedstawia istotę fotosyntezy jako jednego ze sposobów odżywiania się organizmów (substraty, produkty i warunki przebiegu procesu) oraz planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące wpływ wybranych czynników na intensywność procesu fotosyntezy.

Fizyka – klasa 8

IX.10. Uczeń opisuje światło białe jako mieszaninę barw i ilustruje to rozszczepieniem światła w pryzmacie; wymienia inne przykłady rozszczepienia światła.

Materiały z pudełka	Materiały spoza pudełka
<ul style="list-style-type: none"> • moździerz i tłuczek • 4x probówka 2 ml • sznurek długości 30-35 cm • 3x pipeta Pasteura 1 ml • plansza „Jaki kolor ma liść?” 	<ul style="list-style-type: none"> • alkohol (spirytus 90-96%) • benzyna ekstrakcyjna • piasek • nożyczki • ręcznik papierowy • świeże, kolorowe liście drzew lub krzewów: zielone, żółte, czerwone lub brązowe (ew. natka pietruszki lub liście szpinaku)

Przebieg pokazu

1. Pokazujemy uczniom planszę – „Jaki kolor ma liść?”
2. Inicjujemy dyskusję, jakie kolory z widma światła białego są pochłaniane przez liść, a jakie odbijane.
3. Wspólnie oglądamy kolorowe liście przyniesione przez uczniów.

Pytania po pokazie

1. Które z kolorów widma światła białego odbijają się od zielonego liścia?
2. Które składowe widma są pochłaniane przez zielony liść?
3. Jakiego koloru liście udało się zgromadzić w klasie?
4. Czy wszystkie zielone liście są w tym samym odcieniu zieleni?

Pytania badawcze oraz przeprowadzane przez ucznia eksperymenty

1. Czy zielony liść ma w sobie tylko zielony barwnik?

1. Do moździerza wrzucamy: pocięty na kawałki zielony liść oraz szczyptę piasku, a następnie za pomocą pipety Pasteura dodajemy 5 ml alkoholu.
2. Całość ucieramy, aż alkohol nabierze intensywnej zielonej barwy.
3. Pipetą pobieramy 1 ml soku z liścia (bez piasku) i wlewamy do plastikowej probówki 2 ml.
4. Czystą pipetą dolewamy 1 ml benzyny do probówki z sokiem, zamykamy i mocno wstrząsamy.
5. Probówkę owijamy końcem sznurka i robimy supet. Trzymając za wolny koniec sznurka, kręcimy energicznie przez 15 sekund.
6. Stopniowo wyhamowujemy ruch wirowy, tak aby zminimalizować wstrząsy. Obserwujemy zawartość probówki.

Spodziewany wynik

W probówce widać 3 warstwy: górną – zieloną, klarowną; środkową – zielono-żółtą, mętną; dolną – w formie osadu (piasek i kawałki liści).

2. Czy kolorowe liście – żółte, pomarańczowe i czerwone – zawierają wyłącznie te barwniki, które widzimy?

Uczniowie opróżniają moździerze i wycierają je papierowym ręcznikiem. Następnie w grupach wybierają liść jednego koloru (żółty, pomarańczowy lub czerwony) i powtarzają doświadczenie. Najlepiej, aby każda grupa wybrała liść innego koloru.

Spodziewany wynik

Alkoholowy sok z wybranego liścia będzie miał taki sam kolor jak badany liść. Po dodaniu benzyny, wstrząśnięciu i wirowaniu w probówce utworzą się trzy warstwy: górną – żółtawo-zielonkawa i klarowna, środkową – w kolorze przypominającym liść i lekko mętna, dolną – osad.

Co może pójść nie tak i jak sobie z tym poradzić?

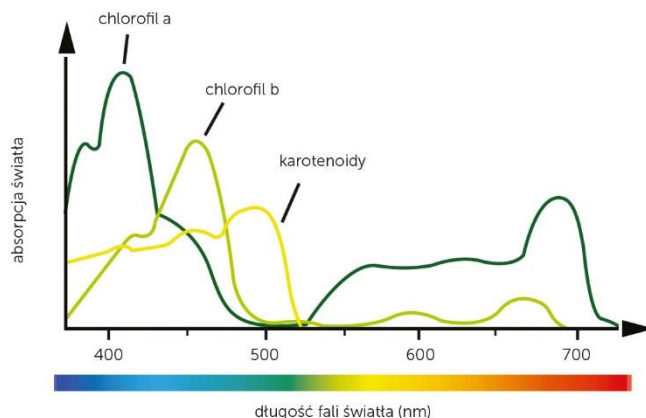
- Badany liść powinien mieć co najmniej 5 cm średnicy. Można użyć kilku mniejszych liści tego samego koloru.
- Liść poddany analizie nie powinien być suchy.
- Probówka nie może być niedomknięta – trzeba mocno docisnąć wieczko, aby jej zawartość nie wyłynęła.
- Jeśli po wirowaniu warstwy są słabo widoczne lub w ogóle się nie utworzyły, do probówki należy dodać 1–2 krople wody, następnie wstrząsnąć naczyniem i ponownie wirować. Dodana woda zmiesza się z alkoholem, przez co go rozcieńczy. Problemy z rozdzieleniem mogą wystąpić wtedy, gdy gęstość alkoholu jest zbliżona do gęstości benzyny. Rozcieńczając alkohol wodą zwiększamy jego gęstość.

Podsumowanie

Obserwacje soku z zielonego liścia po dodaniu benzyny pokazały, że oprócz barwnika zielonego jest w nim ukryty także barwnik żółty. Z kolei kolorowe liście oprócz barwnika dominującego – czerwonego, pomarańczowego lub żółtego – zawierają także małe ilości barwnika zielonego.

Wyjaśnienie obserwowanego zjawiska

Rośliny są samożywne, a to oznacza że same produkują sobie pokarm w procesie fotosyntezy. Dzięki pozyskaniu energii ze światła (najczęściej słonecznego) przetwarzają dwutlenek węgla oraz wodę w cukier prosty – glukozę. Ubocznym produktem tej reakcji jest tlen. Wyizolowane w powyższych doświadczeniach barwniki roślinne pełnią funkcję „anten” wychwytyjących fale świetlne o różnych częstotliwościach, którym odpowiadają różne barwy wchodzące w skład widma światła białego. „Anteny” pochłoniętą energię świetlną przekazują do cząsteczki chlorofilu, dalej na system przekaźników w błonach chloroplastów i tam energia ta przekształcana jest na energię chemiczną. Każdy z kolorów widma widzialnego niesie ze sobą energię o różnej wartości – światło czerwone najniższą, a fioletowe najwyższą. Najczęściej spotykanym kolorem liści jest zielony – w liściach o tej barwie przeważającymi barwnikami są chlorofile. Zielone chlorofile pochłaniają głównie światło fioletowe, niebieskie i czerwone, ale już nie zielone i żółte. Tym zajmują się karotenoidy (ogólna nazwa na ksantofile i karoteny), barwniki pomocnicze, które pochłaniają fale światła zielonego i do pewnego stopnia także żółtego. Zielone liście słabo natomiast pochłaniają światło pomarańczowe. Tak jest u roślin lądowych. Istnieją jednak organizmy, które dzięki innemu barwnikowi – fikoerytrynie – pochłaniają również światło z zakresu pomarańczowego, np. należące do grupy glonów jednokomórkowe sinice. Dzięki obecności barwników pomocniczych rośliny mogą pozyskać więcej energii ze światła, a co za tym idzie – zwiększyć wydajność fotosyntezy.



Rys. 1 Intensywność absorpcji promieniowania przez barwniki fotosyntetyczne (chlorofile i karotenoidy) w funkcji długości fali

Jak to się jednak dzieje, że liście przez długi czas są zielone, a potem zmieniają barwy? Odpowiedź jest prosta. W sezonie wegetacyjnym najwięcej jest w liściach zielonego chlorofilu, który maskuje obecność innych barwników. Jesienią natomiast, kiedy rośliny liściaste przygotowują się do przejścia w stan spoczynku, chlorofil jest w większości wycofywany z liści, podczas gdy inne barwniki utrzymują się w nich dłużej. Jak jednak wykazaliśmy w naszych eksperymentach, trochę chlorofilu pozostaje w kolorowych, niekiedy nawet już całkiem brązowych, jesiennych liściach.

Rozdział barwników po dodaniu benzyny wynika z różnicy ich rozpuszczalności, a powstanie warstw – z różnicy gęstości obu rozpuszczalników: mniej gęsta benzyna unosi się ku górze próbówki, a gęstszy alkohol opada w stronę dna. W benzynie lepiej rozpuszczają się chlorofile, a w alkoholu – karotenoidy. Trzecią, spodnią warstwę tworzy osad ze szczątków roślinnych.