

Fotosynteza

Program: Coach 7

Projekt: [\PTSNDysk](#) \Coach7\40 Fotosynteza

Ćwiczenie: *Fotosynteza.cma7*

Przykład wyników: *Fotosynteza.cmr7*



Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest obserwacja zjawiska oddychania roślin w czasie dnia i nocy wraz z krótką analizą procesu fotosyntezy.

Układ pomiarowy

Układ pomiarowy składa się z konsoli pomiarowej *CoachLabII+*, czujnika dwutlenku węgla (CMA 0661i) podpiętego do wejścia „1”, czujnika światła (CMA 0142i) podpiętego do wejścia „2” oraz rośliny i foliowego worka. Dodatkowo wykorzystano statyw i sznurek przytrzymujący roślinę oraz kawałek plasteliny uszczelniający miejsce, w którym wyprowadzono kabel czujnika dwutlenku węgla z worka.



Rysunek 1. Układ pomiarowy.




Ustawienia parametrów pomiaru

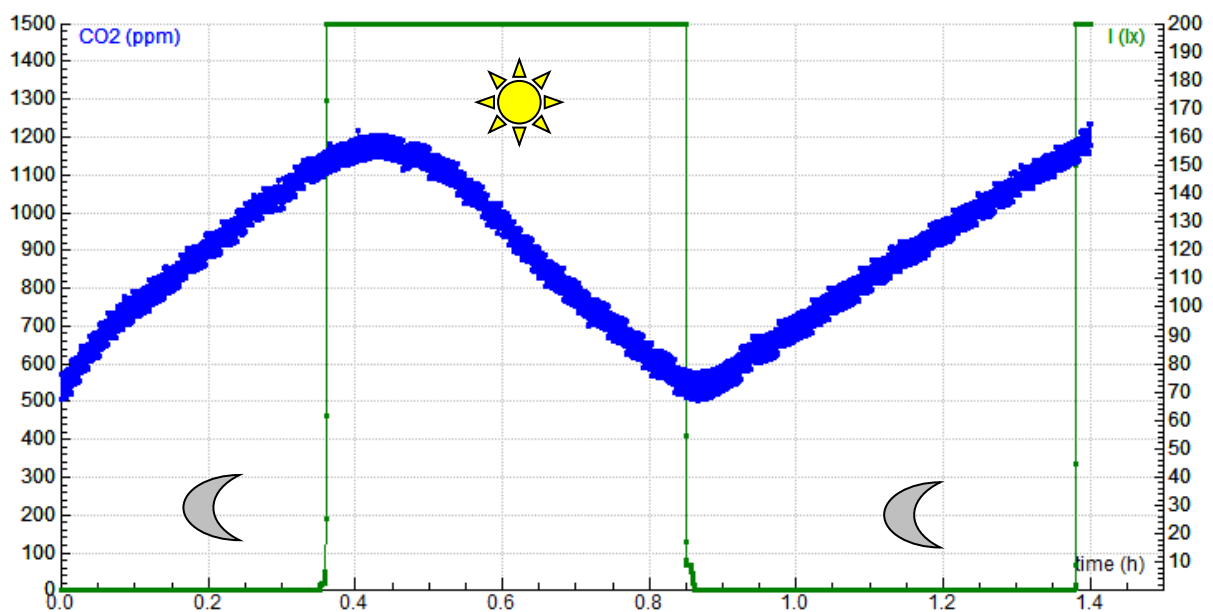
Rodzaj: *Pomiar w funkcji czasu*

Czas pomiaru : *1.5 h*

Częstotliwość: *10 na ms*

1. Zasłonić rolety pracowni tak by roślina znajdowała się w ciemności
2. Nacisnąć zielony przycisk „Start” (F9) 
 - Prowadzić pomiar przez około 30 min
 - Odsłonić rolety i prowadzić pomiar przez kolejne 30 minut
 - Ponownie zasłonić rolety
3. Seria pomiarowa zakończy się automatycznie po 1,5 godzinie

Przykładowe wyniki



Rysunek 2. Zmiany stężenia dwutlenku węgla (wykres niebieski) w worku w zależności od dostępu światła do rośliny (wykres zielony).

Wnioski

Zasłaniając i odsłaniając rolety symulowano naturalny cykl dobowy. Zauważyć można, że w nocy (rolety zasłonięte, nie ma dostępu światła słonecznego) stężenie dwutlenku węgla wzrasta, natomiast w dzień (gdy rolety są odsłonięte) stężenie stopniowo maleje.

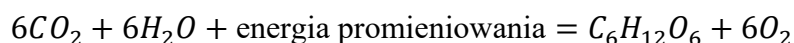
W ciemności rośliny wydychają dwutlenek węgla (patrz dodatek B), natomiast przy dostępie światła dwutlenek węgla jest przez nich pochłaniany, a w zamian za to do otoczenia uwalniany jest tlen. Zjawisko to towarzyszy procesowi fotosyntezy u roślin (patrz dodatek A).

DODATEK A – FOTOSYNTENZA

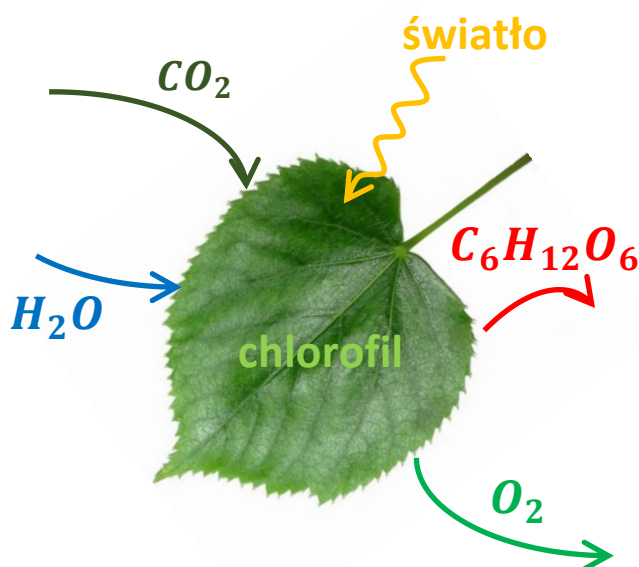
Fotosynteza - biochemiczny proces wytwarzania związków organicznych z materii nieorganicznej, zachodzący w komórkach zawierających chlorofil lub bakteriochlorofil, przy udziale światła.

Fotosynteza to proces zachodzący w komórkach roślinnych. Polega on na przekształceniu energii świetlnej w energię wiązań chemicznych. W czasie fotosyntezy dwutlenek węgla zawarty w powietrzu zostaje związany w tkance roślinnej przy użyciu energii promieniowania słonecznego oraz z udziałem wody. Produktami fotosyntezy są związki organiczne (głównie glukoza) oraz tlen (uwalniany do atmosfery).

Sumarycznie reakcję można zapisać:



Fotosynteza zachodzi w komórkach zawierających barwniki fotosyntetyczne, z których najważniejszy jest **chlorofil a**, który pochłania światło fioletowe i czerwone. Barwniki zlokalizowane są w wyspecjalizowanych organellach, czyli **chloroplastach**. Fotosynteza zachodzi głównie w liściach roślin. Organizmy, które mają zdolność przeprowadzania fotosyntezy nazywane są organizmami **fotoautotroficznymi** (samożywymi).



Rysunek 4. Ilustracja procesu fotosyntezy.

Fotosynteza jest niezmiernie istotnym procesem, ponieważ dostarcza roślinom substancji odżywczych oraz jest podstawowym źródłem tlenu dostającego się do atmosfery. Stąd lasy często nazywane są "zielonymi płucami Ziemi". Fotosyntezę możemy podzielić na dwa etapy: fazę jasną i ciemną.

FAZA ŚWIETLNA

Faza jasna zachodzi w tylakoidach (Spłaszczonych pęcherzykach zawierających barwniki fotosyntetyczne znajdujące się wewnątrz chloroplastów). W czasie tej fazy energia



Rysunek 5. Budowa chloroplastu. A – pęcherzykowate struktury zwane **tylakoidami**, B – płynne wewnątrz plastydu zwane **stromą**.

słoneczna wychwytywana przez cząsteczki chlorofilu jest magazynowana w postaci wysokoenergetycznych wiązań w ATP ($ADP \rightarrow ATP$). Oznacza to, że związki te są tworzone przy udziale znacznej ilości energii, którą mogą uwolnić gdy jest to wymagane, powracając do poprzedniej postaci.

Dodatkowo zachodzi także fotoliza wody (rozpad na wodór i tlen pod wpływem światła). Tlen uwalniany jest do środowiska, a powstały wodór powoduje redukcję innego związku ($NADP \rightarrow NADPH$), który wraz z cząsteczkami ATP stanowią siłę asymilacyjną potrzebną w drugiej fazie fotosyntezy, czyli fazie ciemnej.

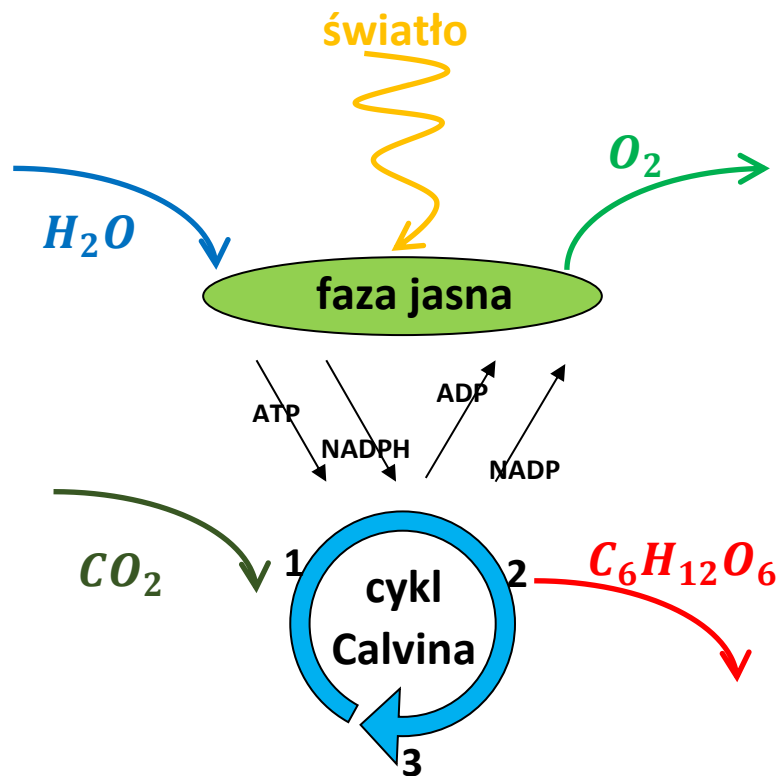
FAZA CIEMNA

Faza ciemna zachodzi w przestrzeni pomiędzy tylakoidami, czyli stromie (patrz rys. 4). W czasie jej trwania następuje wbudowanie dwutlenku węgla w cząsteczkę trójwęglowego związku organicznego. Proces redukcji dwutlenku węgla jest nazywany cyklem Calvina.

W cyklu Calvina zostają zużyte produkty reakcji świetlnych fotosyntezy, ATP i NADPH, określane jako siła asymilacyjna, jednocześnie z dwutlenku węgla zostają wytworzone cukry proste w postaci heksoz (zawierające 6 atomów węgla).

W cyklu Calvina wyróżnia się trzy fazy:

1. Faza karboksylacyjna, w której CO_2 wiązany jest do rybulozo-1,5-bisfosforanu. W efekcie powstają dwie cząsteczki 3-fosfoglicerynianu
2. Faza redukcyjna, w której 3-fosfoglicerynian ulega przekształceniu do aldehydu 3-fosfoglicerynowego. Związek ten może zostać przekształcony do heksoz.
3. Faza regeneracyjna, w której z cząsteczek aldehydu 3-fosfoglicerunowego zostaje odtworzony akceptor CO_2 – rybulozo-1,5-bisfosforan.



Rysunek 6. Schemat procesów zachodzących w czasie dwóch faz fotosyntezy.

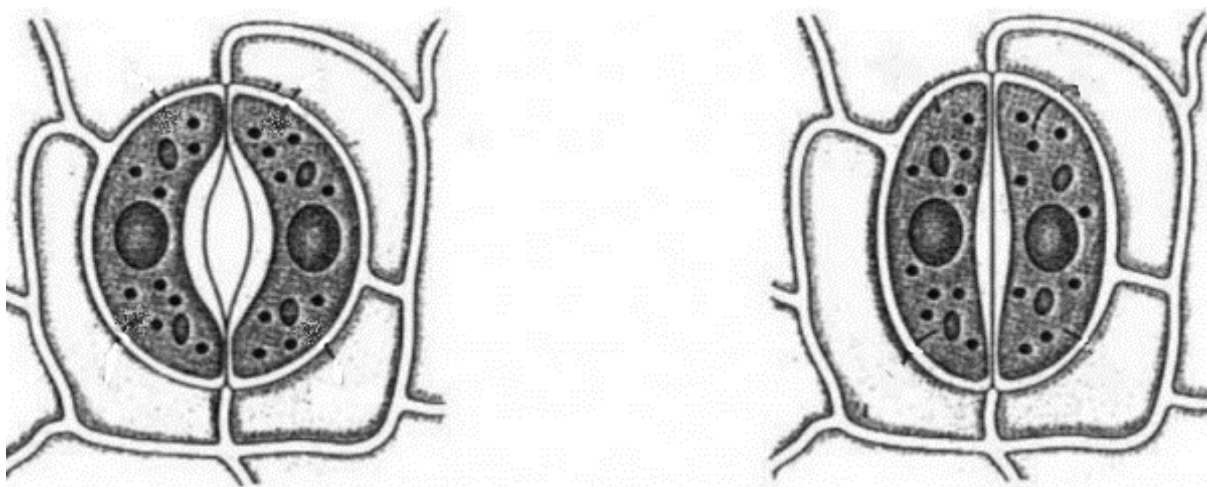
DODATEK B - WYMIANA GAZOWA ROŚLIN

Wymiana gazowa – proces, w czasie którego dochodzi do dyfuzji gazów i ich wymiany pomiędzy całym organizmem a jego otoczeniem (wymiana gazowa zewnętrzna) oraz pomiędzy płynami ustrojowymi a tkankami (wymiana gazowa wewnętrzna).

Turgor – stan jędrności żywych komórek lub tkanek roślinnych wynikający z nasycenia ich wodą. Obniżenie turgoru może nastąpić na skutek nadmiernego ubytku wody w komórce.

Transpiracja – czynne parowanie wody z nadziemnych części roślin. Rośliny transpirują głównie przez aparaty szparkowe (75-90% transpiracji ogólnej), oraz w mniejszej mierze przez skórkę i przetchlinki.

U roślin wymiana tlenu i dwutlenku węgla między tkankami rośliny a atmosferą odbywa się poprzez aparaty szparkowe, przetchlinki. W ciemności wymiana gazowa roślin związana jest z wydzielaniem CO_2 i pobieraniem tlenu.



Rysunek 7. Schemat aparatu szparkowego. Po lewej: Aparat szparkowy otwarty (turgor podwyższony) – zachodzi wymiana gazowa. Po prawej: Aparat szparkowy zamknięty (obniżony turgor) – wymiana gazowa nie zachodzi.

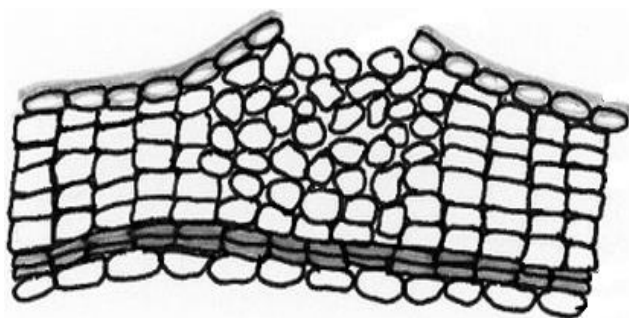
Głównym organem wymiany gazowej u roślin są liście. Ich tkanka okrywająca w celu ochrony pokryta jest warstwą kutyny, nie przepuszczającą wody, ani powietrza. Często na powierzchni liścia występuje dodatkowa ochrona w postaci warstwy wosku. Bariery te są konieczne przy życiu na lądzie, ale wymiana gazowa musi zachodzić mimo wszystko. Rośliny wykształciły specjalne struktury, które umożliwiają przedostawanie się

gazów do i z wnętrza liścia. Są to aparaty szparkowe. Dzięki aparatom szparkowym rośliny mogą skutecznie pobierać i wydalać gaz chroniąc się równocześnie przed szkodliwymi stratami wody w wyniku transpiracji. Funkcjonowanie szparek wiąże się ze zdolnością do zmiany kształtu komórek szparkowych. Komórki te poprzez zmianę turgoru, powodują zamykanie lub otwieranie szparek.

Wskutek zwiększenia turgoru komórki pęcznieją, ściany zewnętrzne się uwypuklają, w wyniku czego ściany wewnętrzne oddalają się od siebie i powstaje między nimi otwór. W przypadku spadku turgoru, ściany komórek zbliżają się do siebie i szparka się zamyka. Bezpośrednio pod szparką, wewnątrz liścia znajduje się tzw. jama przeddechowa, która ma kontakt z całym systemem przestworów międzykomórkowych, które rozprowadzane są gazy po całej roślinie.

Aparaty szparkowe regulują również gospodarkę wodną - otwierają się w wilgotnym powietrzu, a zamykają w suchym, aby zapobiec utracie wody w procesie transpiracji. (właściwość tą badano w ćwiczeniu "6COACH40 - Transpiracja")

Aparaty szparkowe u roślin zielnych znajdują się również na łodydze. U roślin,



których łodyga przyrasta wtórnie na grubość i wytwarza się warstwa korka, funkcję aparatów szparkowych pełnią przetchlinki. Są to soczewkowate miejsca, gdzie tkanka nie jest skorkowaciała, ale luźno ułożona.

Rysunek 8. Przetchlina.

Bibliografia

1. Duszyński, Błoszyk, Grykiel, Jackowiak. *Biologia. Podręcznik zakres rozszerzony tom 3*. Warszawa : Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 2003.
2. Szweykowska Alicja. *Fizjologia Roślin*. Poznań: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, 1997. ISBN 978-83-2320-815-8.
3. Maciej Mikołajczyk. *Repetitorium maturzysty – biologia*. Kraków: Wydawnictwo GREG, 2014. ISBN 978-83-7517-205-8
4. Internetowa encyklopedia PWN <http://encyklopedia.pwn.pl/>