

Strebeyko, Piotr

Sprawozdanie z działalności Towarzystwa w 1992 r. : Sprawozdanie z działalności Wydziałów : Wydział IV nauk biologicznych : Referaty i streszczenia : O możliwości wzmożenia fotosyntezy za pomocą fluorescencji

Rocznik Towarzystwa Naukowego Warszawskiego 55, 84-87

1992

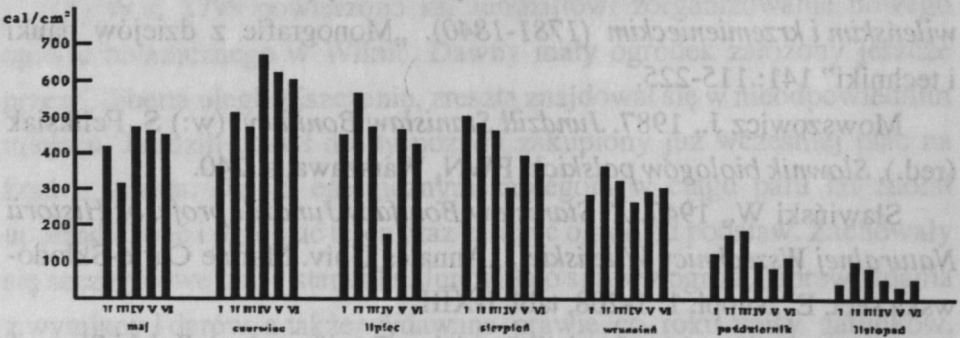
Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych oraz w kolekcji mazowieckich czasopism regionalnych mazowsze.hist.pl.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

O MOŻLIWOŚCI WZMOŻENIA FOTOSYNTETY ZA POMOCĄ FLUORESCENCJI

Rośliny są dobrze przystosowane do procesu fotosyntezy. Blaszka liściowa zaopatrzona w liczne aparaty szparkowe jest cienka i ma duże pole powierzchni w stosunku do masy liścia, co ułatwia wymianę gazową i odbiór energii świetlnej. Z ilości chlorofilu w chloroplastie i jego laminarnej struktury wynika, że lamelle są pokryte monomolekularną warstwą chlorofilu, co stanowi doskonałe przystosowanie do maksymalnego wykorzystywania tego barwnika, a liczba cząsteczek chlorofilu jest znacznie większa od liczby zespołów enzymatycznych czynnych w procesie fotosyntezy, co usprawnia wykorzystywanie światła jako źródła energii.

Rośliny ceniolubne mogą wegetować przy bardzo słabym natężeniu oświetlenia, nie przekraczającym 30 luksów, a wiąże się to z powolnym ich oddychaniem; natomiast rośliny o szybkim metabolizmie i sprawnym przyroście masy, jak rośliny uprawne, wymagają dużego natężenia oświetlenia, sięgającego 40 000 lx.



Rys. 1. Średnie pentadowe natężenie promieniowania słonecznego całkowitego w cal/cm² w 1970 r. w IHAR Radzików

Takie warunki oświetlenia występują w lecie, natomiast w jesieni natężenie oświetlenia z tygodnia na tydzień szybko maleje. Jak wynika z badań prowadzonych za pomocą solarymetru Kippa w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie przez dr W. Nowakowskiego, w roku

1970, napromieniowanie w listopadzie było dziesięciokrotnie mniejsze, niż w czerwcu (rys. 1.), co łącznie z obniżoną temperaturą powietrza wyznacza koniec wegetacji w warunkach polowych. Tylko szklarnie zapewniają odpowiednią dla roślin temperaturę, ale światła jest w nich zwykle za mało. Uzyskanie chociażby 20 000 lx za pomocą sztucznego oświetlenia jest trudne i kosztowne.

Jednak nie tylko sztucznym światłem można podtrzymać fotosyntezę i produkcję roślinną w warunkach szklarniowych. Chlorofil i karotenoidy absorbują tylko wąskie pasma z widma światła słonecznego. Światło o innej długości fali, niż pochłaniane przez te barwniki, jest dla roślin bezużyteczne, ale można je zamienić w światło użyteczne za pomocą fluorescencji.

W myśl prawa G.G. Stokesa (1852) światło o krótszej fali może być zamienione na światło o fali dłuższej w zjawisku fluorescencji, co można wykorzystywać w procesie fotosyntezy. Przesunięcie pewnej liczby fotonów ze światła zielonego, czy żółtego w obszar światła czerwonego, które jest pochłaniane przez chlorofil, powinno przyspieszyć proces fotosyntezy.

Dopóki natężenie oświetlenia będzie wystarczająco duże, zabieg taki byłby zbędny. Jeżeli jednak natężenie oświetlenia będzie słabe, to przeniesienie pewnej liczby fotonów ze światła nieużytecznego w obszar światła użytecznego powinno przyspieszyć proces fotosyntezy i miałyby duże znaczenie dla produkcji roślinnej w szklarniach w okresie jesienno-zimowym i wiosennym

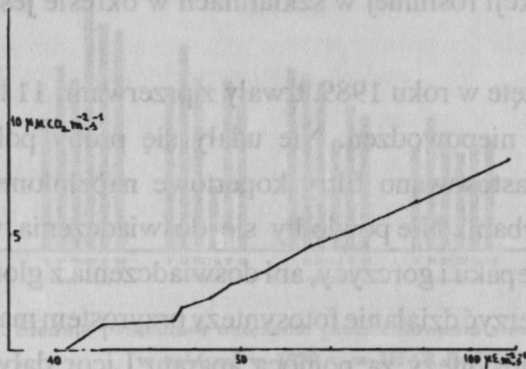
Badania rozpoczęte w roku 1989. trwały z przerwami 11 lat z powodu różnych trudności i niepowodzeń. Nie udały się próby pokrycia szkła barwnikami, więc zastosowano filtry kopertowe napełnione roztworem barwnika między szybami. Nie powiodły się doświadczenia wegetacyjne z siewkami sałaty, rzepaku i gorczycy, ani doświadczenia z glonami, w których próbowałem mierzyć działanie fotosyntezy przyrostem masy roślinnej. Dopiero pomiary fotosyntezy za pomocą aparatu Licor dały pozytywne wyniki.

Chociaż w ośmiu doświadczeniach złożonych z 69 pomiarów filtry fluorescencyjne podwyższyły fotosyntezę o kilka, kilkanaście lub nawet 30% w stosunku do filtra kontrolnego napełnionego czystym etanolem, to

jednak wyniki nie były całkowicie pewne, gdyż z konieczności opierały się na rachunku, który mógł budzić pewne zastrzeżenia.

Fotosynteza zależy od natężenia oświetlenia, które w naturalnych warunkach nieustannie się zmienia z powodu zmiennego zachmurzenia, więc trzeba przeliczać wyniki na określoną liczbę fotonów. Przeliczano je na $100 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$. Rachunek ten nie jest w pełni uzasadniony, bo fotosynteza zależy ściśle od natężenia oświetlenia tylko wówczas, gdy jest ono słabe, natomiast przy silnym świetle zaczyna działać inna reguła: im większe jest natężenie oświetlenia, tym słabsze jest jego działanie, aż dochodzi do punktu nasycenia rośliny światłem i dalsze zwiększanie natężenia oświetlenia już nie wzmacnia fotosyntezy. Zależność fotosyntezy od natężenia oświetlenia jest skomplikowana i przeliczanie wyników pomiarów na $100 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ może prowadzić do błędnej ich oceny, jeżeli natężenie oświetlenia waha się w szerokich granicach. W naturalnych warunkach oświetlenia szybkie i duże wahania jego natężenia bardzo utrudniają badania.

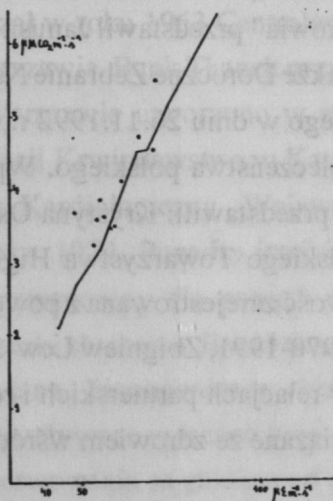
W takich warunkach jedynym rozwiązaniem problemu jest porównywanie poszczególnych wyników z tzw. Krzywą świetlną i takim doświadczeniem, wykonanym przez mgr M. Zwienieckiego, zakończono badania.



Rys.2

Dnia 31.07.1991. wykonano 28 pomiarów fotosyntezy na młodych liściach koniczyny pod filtrem zawierającym roztwór rodaminy B-extra i fioletu krezylowego w etanolu oraz pod filtrem zawierającym czysty

etanol jako kontrolę. Dla uzyskania różnego natężenia oświetlenia stosowano specjalną folię, która je ograniczała, nie zmieniając widma światła słonecznego. Folia pojedyncza ograniczała natężenie oświetlenia do $40-50 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$, a podwójna - poniżej $20 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$. Rys. 2. przedstawia krzywą świetlną uzyskaną pod filtrem kontrolnym. Przy natężeniu oświetlenia nieprzekraczającym $110 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ szybkość fotosyntezy była ściśle od niego uzależniona. Rys. 3. przedstawia tę samą krzywą świetlną w nieco innej skali dla uwypuklenia różnic. Wyniki pomiarów fotosyntezy są naniesione w postaci pojedynczych punktów. W zakresie od 40 do $90 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ fluorescencja w niedużym stopniu wzmagala fotosyntezę. Wyniki wyrażono w procentach odpowiadającej im wartości krzywej świetlnej; wynosiły one od 95% do 137%. Fluorescencja wzmagala fotosyntezę średnio o 9,5%, a przedział ufności wynosił 8,4%, więc korzystne działanie fluorescencji było statystycznie udowodnione.



Rys. 3

Uprzejmie dziękuję panu prof. Emilowi Nalborczykowi za udostępnienie mi aparatu Licor, a jego asystentom: mgr Zygmuntowi Paluchowi, mgr Hazemowi Kalaji i mgr Maciejowi Zwienieckiemu - za wykonanie pomiarów fotosyntezy.