

## **STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

pt.

### **WPLYW SKŁADU SPEKTRALNEGO ŚWIATŁA NA PROCES FOTOSYNTETY, AKTYWNOŚĆ METABOLICZNĄ ORAZ SKŁAD CHEMICZNY BIOMASY U WYBRANYCH GATUNKÓW GLONÓW**

**MONIKA KULA**

Praca doktorska wykonana w Instytucie Fizjologii Roślin *im. Franciszka Górskiego* Polskiej Akademii Nauk w Krakowie w ramach Międzynarodowe Studium Doktoranckie Nauk Przyrodniczych Polskiej Akademii Nauk w Krakowie

Glony są bardzo różnorodną grupą organizmów fotosyntetyzujących od jednokomórkowych mikroalg mikroskopijnej wielkości po olbrzymie makroalgi o długości 65 m. Obecnie grupa ta liczy 50 000 gatunków, z których zbadano już około 30 000. Ta grupa roślin niższych okazała się bardzo atrakcyjna z gospodarczego punktu widzenia i znalazła zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu np. w przemyśle chemicznym, spożywczym, farmaceutycznym, a także do produkcji biopaliwa. Ich potencjał tkwi w szybkości przyrostu biomasy i względnie małej powierzchni potrzebnej do hodowli w porównaniu z typowymi roślinami energetycznymi takimi jak: rzepak czy kukurydza. Przy optymalnych wartościach natężenia światła, stężeniu dwutlenku węgla, tlenu, pH oraz temperatury i obecności soli mineralnych glony są w stanie w bardzo krótkim czasie wyprodukować dużą ilość biomasy. Jednym z najważniejszych czynników determinujących wzrost biomasy glonów jest światło o odpowiednim natężeniu i składzie spektralnym. W warunkach naturalnych zarówno natężenie światła, jak i jego skład spektralny oraz długość dnia są właściwe dla rejonu prowadzonej uprawy i zmieniają się w cyklu dobowym oraz rocznym w sposób niezależny od człowieka. W warunkach sztucznych (fotobioreaktory) wszystkie ww. czynniki mogą być kontrolowane pod kątem zoptymalizowania ilości i jakości uzyskiwanej biomasy.

Głównym celem pracy doktorskiej było zbadanie warunków fizjologicznych hodowli glonów w systemach zamkniętych (fotobioreaktorach) poprzez opracowanie źródła światła o optymalnym składzie spektralnym (światło białe, światło LED niebiesko – czerwone lub światło LED niebiesko – czerwone z dodatkiem dalekiej czerwieni) do produkcji biomasy glonów o różnym przeznaczeniu przemysłowym. Ponadto praca miała na celu sprawdzenie możliwości obniżenia zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych w oleju glonów dla

ulepszenia wyjściowego surowca do produkcji biopaliwa. Poszukiwano też prostych metod wskaźnikowych pozwalających na szybką ocenę stanu fizjologicznego i przewidywanie przyrostu biomasy glonów w celu ułatwienie kontroli procesu hodowli w fotobioreaktorach. Przeprowadzone badania dotyczyły wpływu składu spektralnego światła na: dynamikę wzrostu biomasy (metod wagowa), sprawność fotochemiczną PSII (pomiar parametrów kinetyki fluorescencji chlorofilu *a*), aktywność metaboliczną (kalorymetria izotermiczna), skład chemiczny biomasy w tym zawartość chlorofilu, fenoli oraz karotenoidów (spektrofotometria UV-Vis, spektrometria FT-ramanowska i FT-IR oraz chromatografia gazowa), a także na widma emisyjne fluorescencji komórek w zakresie niebiesko – zielonym oraz czerwień – daleka czerwień (spektrofluorymetria) u trzech różnych szczepów glonów. Ponadto zbadano wpływ pulsacji światła oraz temperatury hodowli na produktywność biomasy, a także możliwość hodowli glonów na ściekach komunalnych.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że skład spektralny światła wpływał na wzrost i wybrane parametry fizjologiczne u wszystkich szczepów. Wielkość tego wpływu była jednak silnie zależna od szczepu. Skład spektralny światła wpływał na sprawność aparatu fotosyntetycznego u *Chlorella vulgaris*. U *Chlorella emersonii* i *Botryococcus braunii* światło z dodatkiem dalekiej czerwieni zwiększało aktywność fotochemiczną PSII.

Komórki badanych szczepów różniły się emisyjnymi widmami fluorescencyjnymi w zakresie niebiesko-zielonym, a ponadto widma te były, dla danego szczepu, zależne od składu spektralnego światła. Różnice te wynikały ze zmian składu chemicznego, zawartych w glonach związków fenolowych, pod wpływem składu spektralnego światła. Zmiany intensywności fluorescencji w zakresie czerwień – daleka czerwień (F690/F735) opisywały zmiany zawartości chlorofilu wynikającego ze wzrastającej liczby komórek w hodowli. Dla współczynników fluorescencji niebiesko-zielonej (F450/F530), niebiesko-czerwonej (F450/F690) oraz niebieskiej do dalekiej czerwieni (F450/F735) zaproponowano wartości liczbowe umożliwiające ocenę stopnia zestresowania hodowli glonów. I tak wartość F450/F530 powinna być mniejsza bądź równa 1,0; F450/F690 mniejsza od 0,1 natomiast F450/F735 mniejsza od 0,5.

Wykazano, że największą zawartość fenoli i chlorofilu miały algi hodowane na świetle bogatym w daleką czerwień. Stwierdzono, że najlepsze parametry termiczne do hodowli *Botryococcus braunii* to 25°C do 30°C. Ocena pulsacji światła na wzrost hodowli wykazała, że oświetlanie hodowli światłem pulsacyjnym powoduje szybszy i większy przyrost jej biomasy pomimo mniejszej sprawności aparatu fotosyntetycznego.

W przypadku hodowli glonów na ściekach komunalnych stwierdzono, czego można było oczekiwać, że miały one znacznie mniejsze przyrosty biomasy niż glony rosnące na pożywce. Niemniej stwierdzono istotne różnice pomiędzy kolejnymi hodowlami, zależnych od składu chemicznego ścieków, który z kolei był uzależniony od terminu ich pozyskania z oczyszczalni. Hodowle na ściekach posiadających mniejszą zawartość azotu azotanowego miały lepszy przyrost biomasy i porównywalny skład chemiczny, co algi rosnące na pożywce.

Analiza składu kwasów tłuszczowych wykazała, że podwyższenie temperatury hodowli do 30°C znacznie obniża zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych, co może mieć praktyczne znaczenie dla branży paliwowej. W pracy doktorskiej wykazano, że odpowiednie dobranie składu spektralnego światła oraz temperatury hodowli pozwala uzyskać zarówno lepszy przyrost biomasy jak i zmienić jej skład chemiczny.