

dr hab. Marcin Hoffmann, prof. UAM
Wydział Chemii, UAM
Umultowska 89b, Poznań

Poznań, 2 grudnia 2015 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej pana magistra Romana Zagrodnika

**„IMMOBILIZOWANE KULTURY BAKTERYJNE
DO PRODUKCJI WODORU W FERMENTACYJNYCH
PROCESACH CIĄGŁYCH”**

**wykonanej w Zakładzie Kinetyki i Katalizy, Wydziału Chemii,
Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
pod kierunkiem promotora prof. dr hab. Marka Łanieckiego**

Przedstawiona mi do recenzji praca jest owocem udanego połączenia starannie przeprowadzonych badań procesów ciemnej i jasnej fermentacji z określeniem zarówno metabolitów gazowych jak i ciekłych i optymalizacji procesów tak aby uzyskiwać maksymalną produkcję wodoru.

Najogólniej charakteryzując liczącą 239 stron dysertację, trzeba zauważyć jej szeroki zakres tematyczny, co nieuchronnie prowadzić musiało do daleko posuniętej zwięzłości wypowiedzi. Praca doktorska skomponowana jest klasycznie: część teoretyczna zajmuje 77 strony a doświadczalna 127 stron, dalej spis literatury obejmujący 343 pozycje oraz streszczenie w języku angielskim – 3 strony. Całość poprzedzona jest spisem stosowanych skrótów. Rozprawa przygotowana jest w języku polskim i jest opatrzona streszczeniem w języku angielskim.

Celem pracy sformułowanym przez Autora w rozdziale 8 było: „zbadanie procesów ciemnej i jasnej fermentacji z określeniem zarówno metabolitów gazowych jak i ciekłych (kwasy organiczne i alkohole) i optymalizacja tych procesów tak, aby uzyskiwać maksymalną produkcję wodoru, przy maksymalnym stopniu redukcji związków organicznych zawartych w pożywce”. Ten cel nadrzędny wymagał skonstruowania układu produkcji wodoru opartego o fotobioreaktor płaskopłytkowy, pozwalającego na prowadzenie procesu w trybie półciągłym i ciągłym, w warunkach sterylnych bez dostępu azotu i tlenu atmosferycznego, przeprowadzenia procesów fotofermentacyjnej produkcji wodoru z wykorzystaniem bakterii immobilizowanych, wykonania optymalizacji procesu ciągłego pod kątem wydajności i szybkości produkcji, skonstruowanie układu produkcji wodoru pozwalającego na automatyczną kontrolę pH.

Cele rozprawy udało się zrealizować. Należy w pełni zgodzić się z doktorantem, iż z sukcesem zaprojektowano i skonstruowano system produkcji wodoru oparty o fotobioreaktor płaskopłytkowy, który pozwala na prowadzenie procesów w trybie ciągłym i półciągłym. Wykazano, że ciągły proces fotofermentacji z udziałem bakterii immobilizowanych na szkle porowatym pozwolił na osiągnięcie wyższych wydajności otrzymywania wodoru w porównaniu do bakterii w zawiesinie. Procesy ciągłe pozwoliły na uzyskanie prawie dwukrotnie wyższej objętości wytworzonego wodoru niż procesy półciągłe. Powiązано zahamowanie wydzielania wodoru po kilkudziesięciu dniach, z kumulowaniem się kwasów: octowego, mrówkowego i propionowego. Jako ważne osiągnięcie należy potraktować zaprojektowanie i skonstruowanie system pozwalający na automatyczną kontrolę pH w bioreaktorze, która okazała się mieć istotne znaczenia dla produkcji wodoru.

Przechodząc do uwag szczegółowych, na stronie 211 doktorant wskazuje:

*Optymalizacja warunków fotofermentacji i ciemnej fermentacji wskazała, że są one zależne są od wielu parametrów prowadzenia procesu. Przeprowadzenie eksperymentów zarówno z pojedynczymi kulturami bakterii, jak i w kulturze mieszanej doprowadziło do ustalenia następujących optymalnych warunków dla procesu hybrydowego: stężenie buforu fosforanowego - 11 mM; pH początkowe – 7,0; stężenie ekstraktu drożdżowego - 0,5 g/L; stężenie peptonu - 1 g/L; temperatura - 32 °C; stężenie glukozy - 3 g/L; intensywność światła: 140 W/m²; stosunek objętościowy bakterii w inokulum: *C. beijerinckii*/*R. sphaeroides*- 9:1, *C. acetobutylicum*/*R. sphaeroides* -2:1.*

W mojej opinii należy podkreślić i zgodzić się ze stwierdzeniem o zależności od wielu parametrów prowadzenia procesu! Tym niemniej – zapewne z uwagi na daleko posuniętą zwięzłość wypowiedzi – lektura rozprawy wydaje się sugerować prowadzenie kilku optymalizacji jednowymiarowych, a nie optymalizacji wielowymiarowej. Zapewne tak nie było. Tym niemniej winno to zostać wyjaśnione np. w trakcie prezentacji.

Jako wymagające szerszego komentarza należy wskazać Tabele 12-24 i 27 prezentujące wybrane parametry liczbowe, jednak nie prezentujące odchyłeń standardowych – a dla badań naukowych to bardzo istotna informacja pozwalająca wnioskować o powtarzalności uzyskiwanych wyników. Zaskakujące, że w tabelach prezentowanych w publikacjach współautorstwa doktoranta odchylenia standardowe są jednak zaprezentowane. Najwyraźniej to uchybienie w rozprawie doktorskiej jest wynikiem daleko posuniętej zwięzłości wypowiedzi doktoranta.

Niezrozumiałe są zestawione ze sobą następujące po sobie stwierdzenia (str. 212)

- a. *Optymalnym pH dla układu hybrydowego ze skrobią jako substratem okazało się być kontrolowane pH 7,0, ... pozwoliło to na wydajną konwersję substratu w procesie ciemnej fermentacji ...*
- b. *Kontrolowane pH 7,0 okazało się niekorzystne dla ciągłego procesu ciemnej fermentacji ...*

Pozostaje pytanie czy pH 7,0 jest niekorzystne czy optymalne? Znowu daleko posunięta zwięzłość wypowiedzi pozornie prowadzi do paradoksu.

Rozprawa doktorska przedstawiona przez doktoranta, pomimo drobnych (i niewartych wymienienia) usterek językowych, napisana jest interesująco i świadczy o bardzo dobrym zrozumieniu stawianych zadań badawczych. Doktorant pokazał, że dobrze rozumie i umiejętnie używa różne techniki badawcze, odważnie formułuje hipotezy badawcze i je rygorystycznie weryfikuje tak więc ogólną wiedzę teoretyczną doktoranta w dziedzinie nauk chemicznych należy ocenić bardzo wysoko. Nie sposób nie zauważyć, że wyniki badań doktoranta były poddane szczegółowej ocenie przez recenzentów wybranych przez edytorów poszczególnych czasopism. W renomowanych czasopismach, o wysokim współczynniku wpływu (IF) są to zwykle bardzo rygorystyczne oceny. Tak więc włączony do rozprawy dorobek naukowy magister Romana Zagrodnika został już drobiazgowo oceniony przez wielu ekspertów.

Ocena końcowa

W podsumowaniu mojej oceny rozprawy doktorskiej pana magistra Romana Zagrodnika pragnę przede wszystkim stwierdzić, że prezentowany dorobek naukowy rozprawy oceniam bardzo wysoko. Biorąc pod uwagę niewątpliwe walory rozprawy doktorskiej, udane połączenie użycia technik badawczych, oraz walory aplikacyjne oceniam rozprawę doktorską mgr Romana Zagrodnika jako ważny wkład do naszej wiedzy o chemii. Oceniam, że rozprawa ta spełnia zwyczajowe i ustawowe wymogi, stawiane rozprawom doktorskim, stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, unaocznia ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w chemii oraz pokazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Wnoszę zatem do Rady Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu o dopuszczenie pana magistra Romana Zagrodnika do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Dodatkowo – biorąc pod uwagę bardzo wysoki poziom naukowy rozprawy – wnoszę o wyróżnienie doktoratu.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Janina Hoffmann'.