dr hab. inż. Agata Markowska-Szczupak
Instytut Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Szczecin, 30.11.2014 r.

RECENZJA

pracy doktorskiej pt.: „**Otrzymywanie bioetanolu z serwatki w reaktorze membranowym zespolonym z destylacją membranową**"

wykonanej przez mgr inż. **Lidię Białończyk**

Promotor pracy: ***prof. dr hab. inż. Maria Tomaszewska***

1. Podstawa formalna wykonania recenzji

Recenzję, której przedmiotem jest rozprawa doktorska pt.: „Otrzymywanie bioetanolu z serwatki w reaktorze membranowym zespolonym z destylacją membranową" wykonano na zlecenie Dziekana Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej, zgodnie z Uchwałą Rady Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie z dnia 4 listopada 2014 roku, która powołała mnie na recenzenta w przewodzie doktorskim **mgr inż. Lidii Białończyk.**

2. Zakres pracy

Recenzowana dysertacja obejmuje 114 strony i zawiera 98 rysunków, 12 tabel oraz bibliografię obejmującą 132 pozycje. Podział pracy jest klasyczny z wyróżnioną częścią literaturową i doświadczalną. Rozprawa rozpoczyna się krótkim wstępem, w którym Doktorantka definiuje motywację do podjęcia badań. Opracowanie literaturowe przedstawione jest na 25 stronach (rozdziały od 1 do 5). Ta część napisana jest zwięźle

i obejmuje zagadnienia ściśle związane z przedmiotem badań. Do przygotowania opracowania literaturowego wykorzystano 117 pozycji bibliograficznych, które w ponad 70% zostały opublikowane po 2000 roku co pokazuje, że Doktorantka na bieżąco śledzi literaturę przedmiotu. W tej części przedstawiono sposoby zagospodarowania serwatki w różnych gałęziach przemysłu, zagadnienia dotyczące fermentacji alkoholowej oraz charakterystykę metod membranowych.

Część doświadczalną rozpoczyna jasno i wyraźnie postawiony cel pracy oraz omówienie zakresu badań prowadzących do jego osiągnięcia. W kolejnych rozdziałach części doświadczalnej, Autorka przedstawia wykorzystywane instalacje i moduły membranowe, wzbogacając ich opis schematami i zdjęciami. Referuje również stosowane metody analityczne. Rozdział 10 zawiera omówienie uzyskanych wyników. Najważniejsze spostrzeżenia Autorki zestawiono w postaci 8 podsumowujących wniosków. Dodatkowo, na końcu pracy, Doktorantka zamieściła spis tabel, rysunków oraz zestawienie swojego dotychczasowego dorobku publikacyjnego. Praca wydrukowana jest estetycznie, a materiał bogato zilustrowany rysunkami.

3. Ocena pracy

Rozprawa doktorska mgr inż. Lidii Białończyk dostarcza użytecznych informacji dotyczących wykorzystania odbiałczanej serwatki, jako substratu w procesie fermentacji alkoholowej, prowadzonej w różnych typach bioreaktorów. Autorka określiła wpływ zawartości białek w serwatce, stężenia β-D-galaktozydazy, drożdży *Saccharomyces cerevisiae* oraz laktozy na przebieg procesu fermentacji. Zbadała również w jakim stopniu zastosowanie kontaktowej destylacji membranowej (DCMD) wpływa na podniesienie efektywności produkcji etanolu. Doktorantka poświęciła dużo uwagi badaniom modelowym prowadzonym z wykorzystaniem mianowanych roztworów alkoholu, zwracając tym samym, uwagę na wpływ składu brzeczek na parametry procesowe w reaktorach membranowych. Opracowała własne metody odbiałczania serwatki, zatężania laktozy oraz okresowego mycia membran. Określiła również czynniki przyczyniające się do obniżenia wydajności produkcji etanolu podczas DCMD.

Za szczególne osiągnięcia Doktorantki uważam wykazanie, że prowadzenie procesów fermentacji serwatki w reaktorze membranowym z bezpośrednią kontaktową destylacją

membranową jest dobrym sposobem wykorzystania ubocznych produktów przemysłu mleczarskiego. Uzyskane przez mgr inż. Lidię Białończyk wyniki mają duże znaczenie poznawcze dla rozwoju technologii wykorzystywania serwatki kwaśnej, powstającej w trakcie wytwarzania twarogów i serów topionych. Na uwagę zasługuje fakt, że Doktorantka w swoich badaniach wykorzystała serwatkę pozyskaną od lokalnego producenta nabiału – firmy STARCO, ze Stargardu Szczecińskiego. Otrzymane wyniki prac badawczych prowadzonych w małej skali stanowią obiecującą przesłankę do praktycznego wykorzystania serwatki z wymienionego wyżej zakładu. Opracowana przez Doktorantkę metoda wytwarzania etanolu z serwatki wydaje się być niskonakładowa i chociaż jej wdrożenie będzie wymagało wiele wysiłku i dalszych badań, życzę Doktorantce sukcesu.

Doktorantka osiągnęła wytyczony cel badawczy, a z przedstawionej do recenzji rozprawy, przebija jej ogromne zaangażowanie w przeprowadzane eksperymenty.

4. Uwagi krytyczne

Praca doktorska mgr inż. Lidii Białończyk napisana jest poprawnym językiem, pomimo to Doktorantka nie ustrzegła się kilku błędów stylistycznych i redakcyjnych.

Na stronie 6, Doktorantka napisała, że *etanol jest uważany za alternatywne źródło energii i paliw ropopochodnych*. Uważam, że to sformułowanie jest nieścisłe i w powyższym brzmieniu sugeruje, że z etanolu można wytwarzać energię i paliwa ropopochodne. Inne nieprecyzyjne sformułowanie dotyczące denaturujących właściwości alkoholu etylowego znaleziono na stronie 16. Autorka podaje, że *alkohol wywołuje trwałą denaturację błon komórkowych, co prowadzi do śmierci komórek*. Wydaje mi się, że jest to stwierdzenie zbyt ogólne i w sposób niepełny odzwierciedla faktyczny stan oddziaływania alkoholu na komórki mikroorganizmów. Poza tym denaturacja białek pod wpływem alkoholu etylowego następuje przy stężeniach wyższych niż otrzymane w wyniku fermentacji alkoholowej. Proszę Doktorantkę o wyjaśnienie tej kwestii w czasie publicznej obrony.

Na stronie 21 Doktorantka pisze, że *stężenie etanolu i innych lotnych metabolitów w brzeczce można zmniejszyć wprowadzając do bioreaktora inne mikroorganizmy oprócz drożdży np. bakterie Clodstridium thermocellum*. Wydaje mi się, że celem biotechnologów jest zwiększenie stężenia etanolu w brzeczce? Natomiast podany jako przykład gatunek

bakterii został dobrany dość nieszczęśliwie, bo chociaż posiada on zdolność przeprowadzania procesów hydrolizy i fermentacji, to jako substrat reakcji wykorzystuje wyłącznie celulozę. Publikacje, które zostały podane przez Doktorantkę, jako literatura źródłowa, dotyczą wyłącznie procesów destylacji membranowej.

Proszę również o skomentowanie przedstawionej na strona 23, akapit 4, definicji dezynfekcji. W mojej opinii jest ona przytoczona w niewłaściwy sposób.

Autorka w sposób niepoprawny używa terminów biologicznych stosowanych do określenia grup systematycznych takich jak: szczep, gatunek, rodzaj. Powyższe nieprawidłowości można znaleźć na stronie 12, a następnie na stronach 14, 15 i 16. Oczekuję, że Doktorantka w w trakcie publicznej obrony wyjaśni kiedy w biologii i dziedzinach pokrewnych (np. biotechnologii) dozwolone jest stosowanie wyżej wymienionych pojęć. W mojej opinii, zastosowany szczep drożdży *Sacchraomyces cerevisiae* powinien zostać lepiej scharakteryzowany. Należałby podać odmianę lub najlepiej numeru szczepu (Autorka podała tylko miejsce pochodzenia). Podobna uwaga dotyczy zastosowanego enzymu β-D-galaktozydazy (tu konieczne jest podanie producenta).

Sformułowania „klasyczny reaktor" lub „klasyczna fermentacja" wydają mi się niefortunne. Dobrze byłoby gdyby Doktorantka, wyjaśniła sposób kategoryzacji rektorów oraz typów fermentacji. Z kolei, sformułowanie *przeprowadzono głębsze odbiałczanie serwatki* zastąpiłabym raczej stwierdzeniem: *w drugim etapie odbiałczania serwatki* itd., które w moim przekonaniu brzmi bardziej naturalnie i rzeczowo.

Dyskusja uzyskanych wyników została przedstawiona w sposób ogólnikowy i największym jej mankamentem jest brak polemiki z wynikami uzyskanymi przez innych autorów. Doktorantka postawiała w niej dość śmiałą tezę, dotyczącą przyczyn foulingu membran. Autorka uważa, że jest on spowodowany *cienką warstwą białek drożdży, która odkłada się na na powierzchni membrany* (strona 79 i 83). Skąd to wiadomo? Czy oprócz wzorca białek serwatki w analizach FT-IR Doktorantka stosowała inne?

Zestawienie drobniejszych uwag o charakterze redakcyjnym zamieszczam poniżej (nie będę tej listy odczytywała).

Spis uwag redakcyjnych:

- Ze względu na fakt częstego używania skrótów np. GRAS, MD, DCMD itd. uważam, że dobrze byłoby gdyby Doktorantka umieściła na początku pracy spis stosowanych symboli, co ułatwiłoby czytanie pracy osobom, które na co dzień nie mają do czynienia z zagadnieniami, których wymienione skróty dotyczą.
- Strona 17, rysunek 2 jest bardzo złej jakości i wymaga poprawy.
- Strona 36, w tytule rozdziałów, podrozdziałów nie stosujemy odnośników literaturowych.
- W przeważającej części pracy Doktorantka używa stopni Kelwina jako jednostkę temperatury. Z tego powodu zupełnie niezrozumiałe jest podanie temperatur w których wykonywano mycie chemiczne w stopniach Celsjusza (strona 38). Podobne błędy znaleziono na stronie 39 i 40.
- Strona 86, rysunek 84 nie podano powiększenia przy którym wykonano zdjęcia.
- W kilku miejscach autorka cytując literaturę umieszcza nawias z przypisem literatury źródłowej w środku zdania, podczas gdy odnosi się ona do całego fragmentu tekstu (np. strona 11 akapit 4, strona 18, akapit 5; strona 22 akapit 4).
- Spis literatury źródłowej został wykonany w sposób niestaranny. Tytuły czasopism w niektórych przypadkach podawane są skrótami, innym razem pełnymi nazwami. Nazwy łacińskie gatunków bakterii, występujących w tytułach przytaczanych artykułów pisane są pismem prostym, a powinny być pochyłym. Przy pozycji 127 brak daty wydania.

5. Ocena dorobku naukowego Doktorantki

Dorobek naukowy mgr inż. Lidii Białończyk to 4 publikacje z Listy Filadelfijskiej, 5 publikacji pełnotekstowych oraz 13 doniesień (komunikaty ustne i postery) prezentowanych podczas konferencji krajowych i zagranicznych.

6. Wniosek końcowy

Wszystkie zamieszczone powyżej uwagi krytyczne i redakcyjne poczyniono z obowiązku recenzenta. W najmniejszym stopniu nie podważają one wartości poznawczej i naukowej rozprawy. Praca mgr inż. Lidii Białończyk ma charakter nowatorski. Zarówno

otrzymane przez Doktorantkę wyniki jak i wyciągnięte na ich podstawie wnioski uważam za interesujące i wartościowe.

W mojej opinii, przedłożona do oceny dysertacja spełnia wymagania stawiane przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. W związku z powyższym wnioskuję do Rady Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie o dopuszczenie mgr inż. Lidii Białończyk do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Agata Markuszewska