Prof. dr hab. Jacek Nowak,
Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego
Pracownia Fermentacji i Biosyntezy
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Recenzja Rozprawy Doktorskiej mgr inż. Eweliny Strąk-Graczyk „Energooszczędna technologia jednoczesnego scukrzania i fermentacji natywnej skrobi zbożowej"

Przez całe moje życie „naukowe" uważałem, że produkcja alkoholu etylowego zarówno w celach konsumpcyjnych jak i energetycznych to jeden z ważniejszych i bardzo ciekawych technologicznie procesów. Postęp techniczny, biologiczny i technologiczny daje nam w dodatku do ręki nowe możliwości kształtowania technologii i obniżenia kosztów produkcji. Wymaga to jednak postępu w badaniach. Dlatego cenię bardzo prace prowadzone w tej dziedzinie w Polsce, w kraju, w którym przemysł gorzelniczy upada, a możliwości uzyskania finansowania grantu w projekcie, w którym pojawia się magiczne słowo alkohol etylowy lub etanol, są niskie.

Jest więc wielce zrozumiałe i bardzo cenne, że w ten ważny, historycznie i komercyjnie, kierunek badań wpisuje się praca doktorska pani mgr inż. Eweliny Strąk-Graczyk „Energooszczędna technologia jednoczesnego scukrzania i fermentacji natywnej skrobi zbożowej" przygotowana pod kierunkiem dr hab. inż. Marii Balcerek profesor Politechniki Łódzkiej. Promotorem pomocniczym pracy jest natomiast dr hab. inż. Katarzyna Pielech-Przybylska. Praca przygotowana była na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności w Instytucie Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Politechniki Łodzkiej.

Celem pracy było opracowanie warunków prowadzenia fermentacji zacierów zbożowych (żyto, pszenżyto, pszenica) z wykorzystaniem metody hydrolizy skrobi natywnej, zapewniających wysoką wydajność spirytusu, ze szczególnym uwzględnieniem związków obniżających jakość spirytusu takich jak aldehydy i metanol. Bardzo ambitnie autorka dysertacji zakłada, że „opracowane rozwiązanie ma na celu umożliwienie wprowadzenia do praktyki przemysłowej nowoczesnej, energooszczędnej i wydajnej technologii produkcji destylatu alkoholowego, z przeznaczeniem na cele spożywcze".

Nie mam uwag co do zakresu i postawionych sobie przez doktorantkę zadań, oprócz takiej, że są bardzo szerokie i wymagały ogromnej pracy dla ich przeprowadzenia.

Ocena formalnej strony pracy

Praca doktorska pani mgr inż. Eweliny Strąk-Graczyk jest bardzo obszerna, liczy 210 stron tekstu, z czego na wstęp i przegląd literatury przypadają 42 strony, cel pracy i część metodyczna obejmuje również 42 strony, a część zawierająca omówienie i dyskusję oraz podsumowanie wyników jest najobszerniejsza i zajmuje około 100 stron. Wyniki przedstawiono w 40 tabelach i 45 rycinach. Od razu chciałem zwrócić uwagę, że przygotowane tak jak Rysunek 21, rysunki nie przynoszą dającej się odczytać informacji o zmianach maltozy i maltotriozy. Generalnie jednak i tabele i rysunki są przygotowane starannie i dobrze opisane.

Część literaturowa, ogólnie jest dobrze napisana i zacytowana (w sumie w spisie literatury znalazło się około 280 pozycji). Trzeba podkreślić właściwą pisownię i staranne przygotowanie, jednak zacytowanie prawie 50 pozycji z ubiegłego (XX wieku), nie robi na mnie dobrego wrażenia.

Ze zdziwieniem stwierdziłem, że Autorka nie uznała za stosowne zacytowanie ani jednej pracy z mojego Zakładu (mimo, że wiele z nich dotyczy suplementacji fermentacji enzymami, zawracania wywaru do fermentacji, czy oczywiście zastosowania SSF). Naliczyłem tych prac ponad 20 w tym 6 w latach 2018-2023. Fakt, że wiele dotyczy zastosowania *Zymomonas mobilis* do fermentacji etanolowej, ale mimo to jest mi trochę przykro. Na przykład Pani magister pisze o recyrkulacji wywaru (str 40), ale nie cytuje żadnej pracy (również innych autorów).

Jednak podsumowując część literaturową, muszę stwierdzić, że jest dobrze napisana i świadczy o profesjonalnym przygotowaniu do zaplanowanych badań. Szacunku wymaga też praca wykonana przez autorkę, która przeglądnęła literaturę z ponad 40 ostatnich lat.

Nie mam zastrzeżeń do zastosowanych, metod choć część z nich jest mocno „dojrzała" i wymaga dużo pracy i czasu, ale wyniki są informatywne i pewne.

Omówienie wyników i dyskusja zajmuje około 100 stron i mimo powtarzającego się schematu pokazywania i omawiania wyników, nie jest łatwa do czytania. Jest to jednak związane z wielką liczbą wyników, a nie z nieumiejętnym ich pokazywaniem.

W tak obszernym tekście pojawiło się kilka niejasności, co raczej wynika z obecnej tendencji do stosowania skrótów myślowych (np. wniosek nr 1 „najwyższe stężenie amylozy zawierało ziarno pszenżyta"), ale nie wpływają one na stronę merytoryczną pracy.

Trzeba podkreślić, że przedstawione wnioski są zwarte i jasne, co było pewnie niełatwe w przygotowaniu.

W streszczeniu pojawiają się informacje o „zoptymalizowaniu procesu” SFF (str. 5 i 6). Na szczęście w tekście Autorka unika takiego sformułowania bo przygotowany schemat badań nie jest nakierowany na typowe postępowanie optymalizacyjne, lecz raczej dobór najlepszych spośród arbitralnie dobranych parametrów, co często się w takich badaniach wykorzystuje i również w tej pracy przynosi bardzo interesujące informacje.
Na końcu pracy umieszczono przydatny wykaz tabel i rysunków.
Układ pracy jest logiczny i przejrzysty, odpowiedni dla prac o charakterze empirycznym.

Ocena merytoryczna pracy

W części literaturowej pracy autorka przedstawiła i opisała wiele informacji dotyczących zarówno rosnącego zapotrzebowania na etanol, szczególnie w postaci odwodnionej (bioetanol). Uważa też, że opracowanie i wprowadzenie metody jednoczesnego scukrzania i fermentacji (ang. simultaneous saccharification and fermentation, SSF) było bardzo ważnym momentem w historii gorzelnictwa, szczególnie w USA. Spowodowało to obniżenie kosztów produkcji (zresztą związane również z obniżeniem cen enzymów przemysłowych dla gorzelnictwa). Zaletą tego rozwiązania jest ciągła aktywność enzymów scukrzających podczas fermentacji oraz możliwość fermentacji zacierów o wysokiej zawartości suchej masy, choć nasze badania z preparatem enzymów Stargen 1, wyraźnie pokazywały, że nadaje się on głównie do kukurydzy, jako surowca. Doktorantka używała już następnej generacji preparatu (Stargen 2).
Autorka, w części teoretycznej szczegółowo opisała surowce gorzelnicze stosowane w Polsce i podobnie obszernie zajęła się skrobią, zróżnicowaniem w budowie i strukturze w różnych surowcach skrobiowych oraz metody obróbki surowców gorzelniczych oraz uwalniania skrobi.
Zwróciła też uwagę, że w wielkoprzemysłowej produkcji bioetanolu w USA najczęściej wykorzystywane są antybiotyki takie jak wirginiamycyna (Vm), czy penicylina-G jako metoda ograniczenia rozwoju zakażeń mikrobiologicznych stosowane w produkcji etanolu. W związku z tym, że Unia Europejska zakazała stosowania antybiotyków jako związków bakteriobójczych, między innymi w przemyśle gorzelniczym, mgr Strąk-Graczyk opisała naturalne α-kwasy chmielowe i ich mechanizm działania, jako alternatywę na rynku europejskim. Przy okazji, chciałem zapytać jakie koszty wiążą się z zastosowaniem preparatu IsoStab (nie mogłem znaleźć ceny na stronach internetowych wytwórcy), ponieważ wydaje się, że może być potrzebne około 300 ml na tonę surowca tego preparatu? Na końcu części

teoretycznej Autorka zajęła się opisem produktów ubocznych procesu fermentacji występujących w destylatach rolniczych.

Jak już wspomniałem ta część pracy napisana jest dobrze i interesująco. Przegląd literatury daje odczucie bardzo dobrej znajomości literatury dotyczącej zagadnień poruszanych w pracy i stanowi dobrą podstawę do sformułowania celu pracy.

Założony cel pracy jest intrygujący i interesujący. Jest zrealizowany jako szereg wątków, które wymagały sporo badań, nie zawsze bezpośrednio związanych z naczelną ideą, ale dobrze zrobionych i przynoszących wiedzę, ciekawą dla środowiska naukowców i praktyków związanych z gorzelnictwem. Mam tu na myśli zarówno ocenę przydatności technologicznej wybranych surowców zbożowych (żyto, pszenżyto, pszenica) do produkcji spirytusu, badanie zdolności fermentacyjnych drożdży Ethanol Red oraz określenie właściwej dawki drożdży w celu przeprowadzenia wydajnej fermentacji, czy też porównanie wpływu rodzaju surowca i metod przygotowania zacierów gorzelniczych na wydajność procesu fermentacji alkoholowej wraz z oceną pH początkowego środowiska fermentacyjnego czy wpływu zawartości suchej substancji w zacierach zbożowych na wydajność fermentacji alkoholowej. Ciekawy, bo rzadziej opisywany w literaturze, jest wątek dotyczący porównania wydajności fermentacji w zależności od czasu i temperatury „aktywacji" skrobi, podobnie opisanie wpływu metody okresowo-dolewowej na wydajność fermentacji. Ciekawym problemem badawczym postawionym przez Autorkę, jest ocena skuteczności preparatów α-kwasów chmielowych w ograniczaniu zakażeń mikrobiologicznych podczas jednoczesnego scukrzania i fermentacji zacierów skrobiowych oraz ich wpływ na wydajność procesu. W związku z tym, że Doktorantka wyraźnie zarysowała cel jako zastosowanie spirytusu z przygotowanej technologii dla celów konsumpcyjnych, analiza jakościowa i ilościowa otrzymanych destylatów jest logicznym następnym krokiem w badaniach. Nie mam zastrzeżeń co do sposobu badania poszczególnych zagadnień. Interpretacja i dyskusja wyników jest właściwa, choć czasami tak szczegółowa, że utrudnia podążanie czytającego za głównym wątkiem .

Przedstawione wnioski są zwarte i nie pozostawiają wątpliwości co do ich podstawy naukowej w postaci badań przeprowadzonych w pracy.

Chciałbym podzielić się też moim odczuciem, że praca ma bardzo solidny charakter, a zakres zaplanowanych badań, wielowątkowy ale i profesjonalny. Sposób realizacji wyznaczonego sobie celu jest zakrojony szeroko, uzyskane wyniki zdecydowanie poszerzają wiedzę na temat badanych zależności ważnych dla gorzelnictwa.

Wydaje mi się jednak, że zostały też nieco za mało wyeksponowane sukcesy przygotowania informacji technologiczno-ekonomicznych wprowadzenia do praktyki przemysłowej nowoczesnej technologii produkcji destylatu alkoholowego, z przeznaczeniem na cele spożywcze. Chciałem spytać Panią Magister, czy widzi możliwości implemetacji w Polsce tej techniki, w niełatwej sytuacji naszego gorzelnictwa i czy takie próby podjęła.

Wniosek końcowy

W mojej opinii przedstawiona do recenzji praca prezentuje bardzo dobry poziom naukowy. Charakteryzuje się szeroko, ale właściwie zaplanowanymi badaniami, które znajdują finał w opracowaniu techniki, parametrów i uzyskaniu produktu o lepszych niż w innych technikach, cechach jakościowych uzyskanego spirytusu.

W pracy zamieszczono bardzo bogaty i szczegółowo przedstawiony materiał faktograficzny. Wyniki badań noszą znamiona oryginalności i nowości naukowej. Odnosi się to szczególnie do możliwości zastosowania techniki SSF do wydajnego otrzymywania etanolu z żyta i zastosowania preparatów kwasów chmielowych do ograniczenia wzrostu mikroorganizmów zakażających surowiec w tej technice.

Mogę więc stwierdzić jednoznacznie, że przedstawiona do oceny praca pani mgr inż. Eweliny Strąk-Graczyk, zrealizowana w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie technologii żywności i żywienia, odpowiada wymaganiom ustawowym stawianym rozprawom na stopień doktorski zgodnie z Ustawą z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 nr 65 poz. 595 z póź. zm), Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora oraz Ustawą z dnia 3 lipca 2018 r. (Dz.U. 2018 poz. 261) oraz Przepisami wprowadzającymi ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1669 z poź. zm.) i proszę Radę do spraw Stopni Naukowych Politechniki Łódzkiej o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

Poznań, 2.10.2023

Signed by /
Podpisano przez:

Jacek Wiktor
Nowak

Date / Data: 2023-
10-03 19:40

Prof. dr hab. Jacek Nowak