

dr hab. Tomasz Zięba, prof. UP
Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
51-630 Wrocław, ul. Chełmońskiego 37

Ocena
pracy doktorskiej mgr inż. Bartłomieja Makowskiego
pt. „Arabinoksyłany skrobi pszennej i ich wpływ na
kształtowanie właściwości hydrolizatów”

Produkcja skrobi na świecie w ostatnim dziesięcioleciu uległa podwojeniu i wynosi obecnie ponad 100 mln ton. Tak dynamiczny rozwój przemysłu skrobiowego związany jest z wielofunkcyjnym wykorzystaniem skrobi i jej modyfikatorów. Skrobia wykorzystywana jest zarówno w przemyśle spożywczym jak i wielu innych, takich jak: farmaceutyczny, włókienniczy, chemiczny, opakowaniowy czy budowlany. Tak szerokie wykorzystanie skrobi związane jest z nadawaniem jej nowych cech poprzez modyfikacje enzymatyczne, fizyczne i/lub chemiczne. Pomimo ogromnego arealu uprawy pszenicy światowa produkcja skrobi z tego zboża to kilkanaście milionów ton. Przyczynę jej stosunkowo małego udziału w światowym rynku skrobi należy upatrywać w jej niskiej jakości w porównaniu do innych rodzajów skrobi. Skrobia pszenna jest de facto produktem ubocznym przy produkcji glutenu, a ze względu na jej duży udział w suchej substancji ziarna (ok. 70 %) jest rafinowana i otrzymywana, podobnie jak inne rodzaje skrobi, w formie krochmalu natywnego. Ze względu na niską jakość jej podstawowe wykorzystanie to produkcja klejów (np. do wytwarzania kartonów czy płyt kartonowo-gipsowych). W przemyśle spożywczym surowiec ten wykorzystywany jest do produkcji hydrolizatów skrobiowych, jednakże ze względu na stosunkowo wysoką zawartość w gałeczkach skrobiowych białka i tłuszczu tworzącego naturalnie z amylozą kompleksy amylozowo-lipidowe, proces jest utrudniony, a otrzymane syropy charakteryzują się gorszą jakością w porównaniu do syropu otrzymywanego ze skrobi ziemniaczanej. Oprócz substancji „zanieczyszczających” polimer skrobi, a będących integralną częścią gałeczki skrobiowej, na jej powierzchni mogą znajdować się związki pochodzące z ziarna pszenicy. Jedną z tych substancji są arabinoksyłany, których wpływ na właściwości skrobi i wytworzonych z niej hydrolizatów jest mało poznany. Podjęte przez doktoranta badania uznaję więc za zasadne i wnoszące nowy element szeroko pojętej wiedzy o skrobi i jej przetworach.

Oceniana praca, której promotorem jest dr hab. inż. Justyna Rosicka-Kaczmarek prof. Politechniki Łódzkiej pod względem formalnym odpowiada schematowi przyjętemu w odniesieniu do prac doktorskich. Liczy ona 273 strony tekstu, w tym 38 tabel, 150 rysunków oraz 246 pozycji literatury.

Część teoretyczną stanowią: ponadstronicowe „wprowadzenie” oraz „część teoretyczną” obejmującą 36 stron tekstu. We wprowadzeniu autor zwięźle uzasadnia potrzebę podjęcia przeprowadzonych badań oraz logicznie podprowadza czytelnika do celu pracy znajdującego się w dalszej części dysertacji. W części teoretycznej opisuje: budowę i skład pszenicy, jej rodzaje oraz wykorzystanie przemysłowe. Następnie przechodzi do charakterystyki skrobi ze szczególnym uwzględnieniem skrobi pszennej, opisuje sposoby jej wyodrębniania oraz metody wytwarzania hydrolizatów skrobiowych z opisem utrudnień wynikających z obecnością białka i lipidów. Szczególne miejsce w opisie zajmują arabinoksylany ich właściwości i enzymatyczna degradacja.

Tekst jest napisany poprawną polszczyzną, a jego konstrukcja charakteryzuje się „lekkością” co ułatwia jego lekturę. Przegląd literatury jest bardzo dobrym materiałem do napisania artykułu przeglądowego i jest świadectwem, że Autor wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie naukowej, w której prowadzi badania. W rozdziale tym autor nie ustrzegła się jednak drobnych uchybień:

- należy unikać sformułowań: „W ostatnich latach... i cytować pozycję z 2008 roku (strona 17),
- podanie średniej wielkości gałeczek skrobi (strona 29) nie charakteryzuje dobrze ich wielkości. Przykładowo skrobia ziemniaczana o średniej wielkości 38 μm posiada gałeczki o wielkości od kilku, do ponad 100 μm ,
- Cytuję: „Granule typu A charakteryzują się największą lepkością...” Nie granule, a kleik z nich sporządzony ze skrobi... (strona 34).
- i dalej „...lepkością początkową i końcową” domyślam się, że chodzi o lepkości odczytane z charakterystyki kleikowania, ale należy to doprecyzować.

W rozdziale „cel i zakres pracy” wyodrębniono dobrze sformułowany cel naukowy, który stanowi uszczegółowienie tematu pracy oraz „zakres pracy” zawierający się w siedmiu bardzo szczegółowych podpunktach, które podobnie jak cel pracy zostały prawidłowo skonstruowane.

Metodyka pracy, podzielona na 2 podrozdziały („Materiał do badań” oraz „Metody analityczne”) liczy 24 strony tekstu. Autor w rozdziale tym opisał materiał badawczy, którym jest w pierwszym wariantcie: pszenica sześciu odmian o zróżnicowanej twardości ziarna, w których skrobia wydobyta z pięciu odmian została rozfrakcjonowana na gałeczki małe i duże, a w drugim wariantcie trzy odmiany pszenicy tzw. przewódkowe w wersji ozimej i jarej. Tak otrzymane próby poddano licznym, czasami skomplikowanym zabiegom: usuwanie arabinoksylianów, enzymatycznej modyfikacji arabinoksylianów, usuwanie lipidów, usuwanie białek, enzymatycznej hydrolizie skrobi. Metody analityczne opisane w 17 podrozdziałach dotyczą analiz zarówno materiału wyjściowego, którym jest ziarno pszenicy jak i wyodrębnionej skrobi oraz białka, lipidów i oczywiście arabinoksylianów. Na podkreślenie zasługuje fakt, że do badań wykorzystano nowoczesne metody badawcze, takie jak: rezonans magnetyczny, krystalografia, różnicowa kalorymetria skaningowa, spektrometria masowa czy chromatografia żelowa. Zasadniczo można powiedzieć, że doświadczenie zostało zaplanowane poprawnie. W mojej ocenie jednak jest ono zbyt obszerne co utrudnia interpretację wyników i bardzo niekorzystnie wpływa na objętość recenzowanej pracy.

Podczas lektury omawianego rozdziału nasunęły mi się trzy pytania:

- Dlaczego w badaniach nie uwzględniono skrobi uzyskanej w warunkach przemysłowych? We wstępie autor opisuje sposoby izolacji skrobi z ziarna. Laboratoryjny znacznie różni się od przemysłowego co może mieć wpływ na ilość zaabsorbowanych arabinoksylianów na powierzchni gałeczek skrobiowych. Może to mieć znaczenie aplikacyjne, co często jest podnoszone w dysertacji.
- Dlaczego uzasadnienie doboru materiału w wariantcie pierwszym to ponad 3 strony tekstu (cały podrozdział 4.1.1), a w wariantcie drugim 3 linijki (koniec podrozdziału 4,1)?
- Dlaczego w ostatnim fragmencie na stronie 57 znajduje się sugestia, że duża powierzchnia dużych granul w porównaniu do małych gałeczek „ułatwia kontakt z reagentami”? Przecież porównując powierzchnię tej samej ilości (objętościowo, a więc i wagowo) gałeczek o średnicy np. 20 μm i 5 μm powierzchnia tych pierwszych jest 4 razy mniejsza niż tych drugich.

W ocenianej pracy najobszerniejszym jest rozdział pt. „Omówienie i dyskusja wyników”. Liczy on aż 197 stron, a obejmuje tekst omówienia i dyskusji wyników podzielony na 15 podrozdziałów. Przeprowadzony podział jest logiczną konsekwencją wykonanych analiz oraz koresponduje z tytułem i celem pracy. Autor, podobnie jak w przeglądzie literatury cechuje się „lekkim piórem” co ułatwia

zapoznanie się z tym bardzo obszernym rozdziałem. Analiza wyników jest prowadzona w sposób logiczny, a graficzne ich zobrazowanie jest przejrzyste i pomaga w interpretacji wyników.

Po lekturze tego rozdziału mam następujące pytania i uwagi:

- w mojej ocenie praca jest zbyt obszerna, ogrom uzyskanych wyników wymagających opracowania i opisanie negatywnie wpłynęła na dyskusję z osiągnięciami innych autorów. W tekście znajdują się duże fragmenty nie mające odniesień literaturowych. Stanowi to znaczne uchybienie z punktu widzenia warsztatu naukowego. W mojej ocenie cała praca powinna być ograniczona do jednego z wariantów doświadczenia co umożliwiłoby Autorowi przeprowadzenie rzetelnej dyskusji wyników. Przy przygotowaniu tekstu do licznych publikacji (w pracy uzyskano wiele cennych wyników) brak ten musi zostać usunięty.
- W tabeli 4 zamieszczono wyniki ziarnistości skrobi nierozsortowanej oraz frakcji małych i dużych gałeczek. Czym można wytłumaczyć wyniki skrobi z odmiany Elipsa, w przypadku której średnia średnica objętościowa skrobi nierozsortowanej i frakcji dużych gałeczek jest identyczna?
- Na podstawie tabeli 6 można stwierdzić, że skrobia naturalnie znajdująca się w ziarnie pszenicy zawiera arabinoksylany. Czy to prawda?
- Strona 176. Argumentacja, iż krystaliczność skrobi naturalnej może mieć wpływ na stopień scukrzenia hydrolizatów skrobiowych jest w mojej ocenie dość karkołomna. Przychyłałbym się do drugiej hipotezy o powstawaniu bardziej opornych kompleksów lipidowo-amylozowych w przypadku usunięcia arabinoksylianów lub do alternatywnej, że w ich obecności powstawanie tych kompleksów jest utrudnione.

Praca zwieńczona jest dwudziestoma bardzo szczegółowymi wnioskami. Ze względu na wielowątkowy charakter prowadzonych badań jest to zrozumiałe. Dokonałbym jednak przynajmniej podziału na wnioski ogólne czy najważniejsze oraz szczegółowe.

Reasumując, recenzowana praca stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz jest świadectwem, że jej Autor wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną w danej dyscyplinie naukowej oraz posiada umiejętność prowadzenia pracy naukowej. Potrafił On postawić właściwie uzasadniony cel badawczy i właściwie go rozwiązać, przy użyciu odpowiednich metod oraz poprawnie przedstawić uzyskane wyniki. Otrzymane przez Autora wyniki są oryginalne i stanowią znaczący wkład do wiedzy z zakresu technologii węglowodanów. Stwierdzam zatem, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr. inż. Bartłomieja Makowskiego pt. „Arabinoksylany skrobi pszennej

i ich wpływ na kształtowanie właściwości hydrolizatów”spełnia warunki określone w art. 187 ust. 1-4 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2020, poz 85 ze zm.). i proszę Wysoką Radę Naukową Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Politechniki Łódzkiej o dopuszczenie mgr. inż. Bartłomieja Makowskiego do publicznej obrony.

Wrocław, dnia 20 listopada 2024 r.

Tomaz Zisk