

Łódź, 05.12.2019 r.

dr hab. inż. Dorota Żyżelewicz, prof. PŁ
Instytut Technologii i Analizy Żywności
Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności
Politechnika Łódzka

RECENZJA

pracy doktorskiej mgr inż. Marka Kruczka

pt.: „Wytłoki jabłkowe jako źródło związków prozdrowotnych w bezglutenowych
i glutenowych produktach zbożowych”

promotor: dr hab. inż. Dorota Gumul, prof. UR

Pan mgr inż. Marek Kruczek pracę doktorską wykonał w Katedrze Technologii Węglowodanów na Wydziale Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie. Rozprawa została przygotowana w 2019 roku.

Recenzję przygotowano na zlecenie dr hab. inż. Agnieszki Filipiak-Florkiewicz, prof. UR, Dziekana Wydziału Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, zawarte w piśmie z dnia 9 października 2019 roku o sygnaturze DTŻ 520-82-442/2019.

Ocena wyboru i znaczenia podjętej tematyki badawczej

Recenzowana praca doktorska dotyczy zastosowania wytlóków jabłkowych do biofortyfikacji glutenowych i bezglutenowych produktów zbożowych w celu otrzymania wyrobów charakteryzujących się zwiększoną wartością odżywczą i prozdrowotną, korzystnymi właściwościami fizycznymi i funkcjonalnymi a także atrakcyjnością oraz akceptowalnością konsumentką.

Dane GUS podają, że w Polsce w 2017 roku ponad 72% powierzchni wszystkich sadów zajmowały sady z jabłniami a zbiory jabłek wyniosły 2.441.000 ton, przy czym w latach wcześniejszych były one wyższe (np. 3.169.000 ton w 2015 r.). Do przemysłowego przerobu przeznaczają się ok. 40% całkowitej produkcji jabłek a wytloki stanowią do 25% przerobionego surowca. Zatem ilość powstającego odpadu poprodukcyjnego w postaci wytlóków w skali kraju jest znacząca i może stanowić problem dla przetwórców oraz obciążenie środowiska naturalnego, zwłaszcza w przypadku wytlóków nieutralonych. W Polsce, jabłka wykorzystuje się przede wszystkim do produkcji soku. Zajmujemy pierwsze miejsce w Europie i drugie (po Chinach) na świecie pod względem wielkości produkcji soku jabłkowego (koncentratu jabłkowego) a wytloki jabłkowe stanowią 90% wszystkich wytlóków powstających przy przerobie owoców w kraju. Z tego powodu nieustannie poszukuje się klasycznych i nowych racjonalnych sposobów zagospodarowania biomasy po

przerobie jabłek na cele paszowe, produkcji pektyn, kompostu, biogazu, alkoholu etylowego, kwasów organicznych i innych produktów. Duża ilość powstających w czasie przerobu jabłek w Polsce wytlóków a także zawartość w nich cennych związków bioaktywnych powodują, że od wielu lat prowadzone są prace nad znalezieniem nowych kierunków ich wykorzystania, np. w postaci dodatków funkcjonalnych czy nośników składników odżywczych do produktów owocowych i warzywnych, zbożowych, mleczarskich, rybnych, przekąskowych czy cukierniczych. Badania Pana mgr inż. Marka Kruczka, opisane w przedstawionej do oceny rozprawie doktorskiej, wpisują się zatem w trend badań nad nowym wykorzystaniem produktów odpadowych i ubocznych przemysłu spożywczego, zwłaszcza tych, które mogą stanowić dobre źródło substancji istotnych żywieniowo.

Ocena formalna

Rozprawa doktorska mgr inż. Marka Kruczka liczy 201 stron oraz 2 strony streszczenia pracy w języku angielskim. Zawiera 62 autorskie tabele i 29 rysunków. Struktura rozprawy jest typowa dla prac eksperymentalnych, z zachowaną właściwą kolejnością rozdziałów i wzajemnymi ich proporcjami. Obejmuje ona przegląd literatury (22 strony - ok. 10,9% maszynopisu), cel pracy, materiał badawczy i metodykę (18 stron - ok. 8,9% maszynopisu), wyniki i dyskusję (100 stron - ok. 49,7% maszynopisu), wnioski oraz bibliografię (34 strony – 16,9% maszynopisu). Dodatkowo zamieszczone są: wykaz stosowanych skrótów, informacje nt. kodowania próbek oraz spis rysunków i tabel.

Ocena merytoryczna

Przegląd literatury obejmuje 4 rozdziały. Doktorant scharakteryzował w nich wylókki jabłkowe, tj. strukturę wykorzystania jabłek przemysłowych w Polsce, skład chemiczny wylóków jabłkowych ze szczególnym uwzględnieniem substancji odżywczych i prozdrowotnych oraz obecne sposoby wykorzystania wylóków w przemyśle. Opisał także wpływ wybranych związków prozdrowotnych obecnych w wylókach jabłkowych na organizmy ludzi i zwierząt. Przegląd literatury dokonany przez Pana mgr inż. Marka Kruczka stanowi dobre wprowadzenie w problematykę rozprawy doktorskiej. Podsumowuje aktualną wiedzę w zakresie podjętego tematu badań.

Cel pracy został sformułowany poprawnie i nakreśla zadania badawcze, które Doktorant przed sobą postawił.

Materiał badawczy stanowiły zbożowe produkty bezglutenowe i glutenowe otrzymane z różnym dodatkiem całych lub zmielonych wylóków jabłkowych. Spośród wyrobów bezglutenowych otrzymano pieczywo chlebowe, ekstrudaty kukurydziane i herbatniki, natomiast spośród produktów glutenowych - makaron, ekstrudaty kukurydziano-żytnie oraz herbatniki. Procedury otrzymywania ww. wyrobów opisano w sposób klarowny i nie wymagający wyjaśnień.

Metodyka oznaczania podstawowych składników odżywczych została przedstawiona w formie ogólnej. Podano zastosowaną metodę wraz z odnośnikiem do odpowiedniego źródła. Oznaczenia składników bioaktywnych, właściwości antyoksydacyjnych

i przeciwrodnikowych, właściwości fizycznych i organoleptycznych wyrobów oraz metody statystyczne opisano szczegółowo wraz z procedurami przygotowania prób do analiz. Moje uwagi i pytania do tej części rozprawy są zawarte w dalszej części recenzji.

Wyniki i dyskusja to najobszerniejszy rozdział recenzowanego opracowania, który oceniam jako bardzo dobry. Wyniki badań przedstawiono w tekście w postaci tabel i rysunków, które generalnie są poprawnie skonstruowane i opisane. Na rysunkach brakuje jednak opisu statystycznego danych. Rezultaty własnych prac Autor na bieżąco wnikliwie omówił, skomentował, prawidłowo zinterpretował i skonfrontował z wynikami innych prac opisanymi w literaturze naukowej.

Należy podkreślić, że ta część dysertacji jest bardzo dobrze zorganizowana. Osobno omówione zostały wyniki dotyczące:

- wycieków,
- związków prozdrowotnych, takich jak błonnik pokarmowy i skrobia oporna,
- związków bioaktywnych (związków fenolowych) wraz z aktywnością antyrodnikową i przeciwutleniającą,
- właściwości fizycznych i funkcjonalnych,
- oceny sensorycznej

w każdym z otrzymanych wyrobów bezglutenowych i glutenowych.

Doktorant wykazał, że wycieki jabłkowe nadają się do wykorzystania w produkcji żywności. Zastosowanie ich do otrzymywania nowoprojektowanych wyrobów zbożowych potencjalnie wnosi tzw. wartość dodaną do tych produktów a ponadto powoduje lepsze wykorzystanie surowca odpadowego z korzyścią dla środowiska.

Moim zdaniem, szczególnie interesujące są wyniki badań dotyczące produktów bezglutenowych. Obecne na rynku wyroby bezglutenowe, dedykowane przede wszystkim dla osób z nietolerancją glutenu i chorych na celiakię charakteryzują się niską wartością odżywczą i prozdrowotną oraz małą atrakcyjnością sensoryczną. Wprowadzenie wycieków jabłkowych do składu recepturalnego zbożowych wyrobów bezglutenowych pozwoliło na ich wzbogacenie w naturalne substancje o charakterze prozdrowotnym i odżywczym. Wycieki charakteryzują się bowiem m.in. korzystnym stosunkiem frakcji rozpuszczalnej do nierozpuszczalnej błonnika pokarmowego - 1:2, brakiem fitynianów, obecnością związków fenolowych, zwłaszcza flawonoidów, które korzystnie wpływają na morfologię kosmków jelitowych, zwiększając ich powierzchnię oraz zmniejszając aktywność immunologiczną ośrodka układu pokarmowego (kępki Peyera), co jest niezwykle cenne w chorobach indukowanych obecnością glutenu a także obecnością florydżyny, która synergistycznie z kwercetyną zmniejsza ryzyko wystąpienia cukrzycy typu II.

Produktem bezglutenowym o najkorzystniejszych właściwościach były ekstrudaty kukurydziane z 20% udziałem wycieków jabłkowych. Charakteryzowały się one wysoką zawartością błonnika pokarmowego, polifenoli ogółem, antocyjanów, kwasów fenolowych, dihydrohalkonów, flawan-3-oli, wysokim potencjałem antyoksydacyjnym, satysfakcjonującym składem substancji odżywczych oraz korzystnymi właściwościami

fizycznymi i funkcjonalnymi (mniejsza ekspansja, dobra spójność, twardość, która pozytywnie wpłynęła na ocenę organoleptyczną) w porównaniu do wyrobu kontrolnego i pozostałych otrzymanych produktów bezglutenowych. Drugim wyrobem z tej grupy badanych produktów, który odznaczał się korzystnym składem związków bioaktywnych i prozdrowotnych było pieczywo chlebowe z 15% udziałem wycisków jabłkowych w składzie recepturalnym. Biorąc pod uwagę fakt, że pieczywo jest bardzo ważnym produktem w naszej diecie, wyrób ten zasługuje na szczególne polecenie do spożycia, zwłaszcza dla osób chorych na celiakię.

Spośród wyrobów glutenowych najkorzystniejszymi właściwościami odznaczały się ekstrudaty kukurydziano-żytnie z 40% udziałem wycisków jabłkowych. W wyrobach tych oznaczono wysoką zawartość błonnika pokarmowego, polifenoli ogółem, kwasów fenolowych, flawonoli, antocyjanów, substancji mineralnych, korzystny skład związków o charakterze odżywczym oraz oznaczono wysoką aktywność antyoksydacyjną w porównaniu do wyrobu kontrolnego i pozostałych otrzymanych produktów glutenowych.

Wzbogacanie żywności w cenne naturalne substancje korzystnie oddziałujące na ludzkie zdrowie nie zawsze „idzie w parze” z atrakcyjnością sensoryczną i akceptowalnością konsumentką otrzymanych wyrobów. Cechy produktów, które są szczególnie istotne dla konsumentów to wygląd zewnętrzny, smak, aromat i konsystencja. Badania Pana mgr inż. Marka Kruczka wykazały, że możliwe jest otrzymanie biofortyfikowanych bezglutenowych i glutenowych wyrobów zbożowych o dobrych właściwościach organoleptycznych. Dodatek wycisków jabłkowych w każdym z badanych produktów spowodował wzrost ich oceny organoleptycznej. Wśród wyrobów bezglutenowych największą poprawę oceny organoleptycznej w stosunku do wyrobów kontrolnych otrzymano w przypadku ekstrudatów kukurydzianych i pieczywa chlebowego z dodatkiem rozdrobnionych wycisków.

Otrzymane przez Doktoranta wyniki mają dużą wartość dla grupy konsumentów z nietolerancją glutenu i chorych na celiakię, dla przemysłu spożywczego ze względu na wskazane nowe kierunki zagospodarowania odpadu poprodukcyjnego jakim są wyciski jabłkowe a także dla środowiska naturalnego dzięki możliwości zmniejszenia jego obciążenia poprzez zagospodarowanie wycisków na drodze aplikacji do żywności.

Wnioski są sformułowane poprawnie i wynikają jednoznacznie z analizy uzyskanych wyników badań. Uważam jednak, że są zbyt obszerne.

Bibliografia zawiera 379 pozycji, ściśle związanych z tematem badań. Ich dobór jest właściwy. 342 pozycje to artykuły opublikowane w czasopismach naukowych i branżowych. Większość cytowanych prac to naukowa literatura anglojęzyczna. Spis literatury został przygotowany dokładnie.

Innowacyjne elementy pracy

1. Wykazano, że wyciski jabłkowe stanowią źródło substancji korzystnie oddziałujących na organizm ludzi, takich jak błonnik pokarmowy i związane z nim związki fenolowe

(kwasy fenolowe, flawonole, flawan-3-ole oraz dihydrochalkony, w tym zwłaszcza unikatowa florydzyina) i mogą stanowić cenny dodatek wzbogacający żywność.

2. Wytłoki jabłkowe można użyć do wzbogacenia wyrobów bezglutenowych charakteryzujących się niską, w porównaniu do tradycyjnych odpowiedników glutenowych, wartością odżywczą oraz marginalnymi właściwościami prozdrowotnymi, wynikającymi głównie z obecności skrobi odpornej, podwyższając walory prozdrowotne, organoleptyczne oraz w wielu wypadkach teksturalne tych produktów.
3. Przedstawiona do oceny praca doktorska to kompleksowe ujęcie zagadnienia fortyfikacji zaproponowanych produktów żywnościowych, dzięki dokonaniu równoczesnej analizy zawartości składników odżywczych i związków prozdrowotnych, wyznaczenie potencjału antyoksydacyjnego różnymi metodami analitycznymi oraz oceny organoleptycznej z uwzględnieniem cech fizycznych i funkcjonalnych tych produktów. Pozwoliło to na całościowe ujęcie atrakcyjności i akceptowalności konsumenckiej wyprodukowanych z udziałem wytlóków jabłkowych wyrobów, co wcześniej nie było tak szeroko analizowane w literaturze przedmiotu.
4. W dysertacji jednoznacznie wykazano, że wytłoki jabłkowe jako kompleks endogennych składników prozdrowotnych a jednocześnie tani i łatwo dostępny surowiec poprodukcyjny, zwłaszcza w Polsce, mogą stanowić komponent do biofortyfikacji zarówno bezglutenowych jak i glutenowych produktów zbożowych, wytyczając tym samym nową strategię rozwoju wykorzystania tego rodzaju wytlóków oraz przyczyniając się do zmniejszenia obciążenia środowiska naturalnego produktem odpadowym przemysłu owocowo-warzywnego.

Charakterystyka stylu i poprawności językowej pracy

Praca jest napisana zrozumiałym językiem. Interpretacja wyników badań nie budzi zastrzeżeń, co świadczy o dojrzałości naukowej Doktoranta. W pracy odnaleziono pewną ilość błędów określanych mianem „literówek”, gramatycznych, zastosowanych skrótów myślowych, niedopowiedzeń, nieprecyzyjnych określeń, przejęzyczeń i potocznych sformułowań. Autor powinien także większą uwagę zwrócić na stylistykę. Nie wpływa to jednak na wysoką wartość merytoryczną pracy.

Uwagi i zastrzeżenia

1. Uważam, że w przedstawionej do oceny rozprawie doktorskiej brakuje krótkiego rozdziału wprowadzającego w zagadnienie, zatytułowanego np. „Wstęp”, w którym Autor przedstawiłby genezę i motywację podjęcia badań.
2. Na rysunku 4 Doktorant przedstawił w sposób schematyczny swój materiał badawczy. Znajdują się tu trzy pomyłki. W toku badań nie były otrzymywane bezglutenowe i glutenowe ciastka kruche lecz herbatniki. Otrzymywane były także glutenowe ekstrudaty kukurydziano-żytnie nie żytnie.

3. Flawonole, antocyjany to nie frakcje polifenoli (Autor nie prowadził procesu ich rozdziału) a podgrupy flawonoidów (np. s. 73 i 153).
4. W opisie metody oznaczania składu jakościowo-ilościowego polifenoli metodą chromatograficzną (s. 40) specyfikując użytą kolumnę Doktorant używa określenia „pojemność” kolumny podając wymiary kolumny. Użył także sformułowania „desolwalizacja” zamiast „desolwatacja”. Ponadto Autor stosował elucję gradientową, nie izokratyczną (w trakcie analizy, po 12 minutach udział fazy mobilnej B wzrastał z 1 do 75%).
5. W rozdziale nr 5 „Podsumowanie” na stronach 153-154 jest pomyłka w numeracji rysunków. Wykresy 13, 14 i 15 to odpowiednio rysunki 19, 23 i 21.

Pytania

1. Proszę, aby w czasie publicznej obrony Doktorant wyjaśnił przyczynę stosowania różnych stężeń wyłoków jabłkowych w otrzymanych w toku badań wyrobach. Tekst pracy doktorskiej nie zawiera wyjaśnienia w tym zakresie.
2. Proszę podać czas trwania hydrolizy kwasowej w oznaczeniu profilu cukrów prostych po hydrolizie kwasowej wyłoków jabłkowych metodą HPLC/RI wg. Buksa i wsp. (2016) (s. 38).
3. Jaki wzorzec zastosowano do oznaczania zawartości antocyjanów? Autor podaje, że wyniki analiz przeliczył na glikozyd-3-cyjanidyny (s. 39). Czy chodziło o glikozyd czy inną pochodną cyjanidyny (arabinozyd, galaktozyd ...)?
4. Proszę wyjaśnić co w opisie oznaczenia składu jakościowo-ilościowego polifenoli metodą chromatograficzną (s. 40) Doktorant miał na myśli podając, że próby były analizowane z wykorzystaniem chromatografu połączonego z detektorem PDA i „czworokątnym lotem”. Czy chodziło o spektrometr mas typu „czas przelotu” z analizatorem kwadrupolowym?

Podsumowanie i wniosek końcowy

W mojej opinii przedłożona do recenzji praca stanowi nowy i oryginalny wkład do wiedzy w dyscyplinie technologia żywności i żywienia w zakresie otrzymywania i właściwości bezglutenowych oraz glutenowych produktów zbożowych, wzbogaconych w substancje odżywcze i prozdrowotne pochodzące z odpadów poprodukcyjnych, w tym wypadku z wyłoków jabłkowych. Doktorant wykazał się znajomością własnej tematyki badawczej, dobrze i logicznie zaplanował prace eksperymentalne, rzetelnie opracował i przedyskutował wyniki a następnie wyciągnął wnioski. Oceniana przeze mnie rozprawa doktorska jest opracowaniem samodzielnym o wysokiej wartości naukowej i dużym potencjale aplikacyjnym.

Stwierdzam, że praca mgr inż. Marka Kruczka pt. „Wytłoki jabłkowe jako źródło związków prozdrowotnych w bezglutenowych i glutenowych produktach zbożowych” spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim na stopień naukowy

doktora zgodnie z obowiązującą Ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (tj Dz. U. z 2017 roku poz. 1789), zawierając oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i stawiam wniosek Radzie Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia o dopuszczenie jej Autora do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Proponuję wyróżnienie pracy doktorskiej, stanowiącej podstawę postępowania doktorskiego Pana mgr inż. Marka Kruczka. W uzasadnieniu mojej wysokiej oceny recenzowanej rozprawy doktorskiej chciałam podkreślić fakt przeprowadzenia przez Autora obszernych oraz kompleksowych badań technologicznych i analitycznych związanych z zagospodarowaniem produktu odpadowego, tj. wyłoków jabłkowych w kierunku otrzymania wyrobów o zwiększonych walorach prozdrowotnych i wysokiej atrakcyjności sensorycznej. Doktorant uzyskał wartościowe wyniki swoich badań, wykazał się umiejętnością ich interpretowania i krytycznego odniesienia do opisanych w dostępnej literaturze naukowej rezultatów innych badaczy. Wyniki badań Pana mgr inż. Marka Kruczka charakteryzują się wysoką aplikacyjnością.

Dorota Żyżelewicz

.....
Dorota Żyżelewicz