



**Politechnika Łódzka**

Instytut Technologii i Analizy Żywności

Łódź, 28.11.2017 r.

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

### **RECENZJA**

#### **pracy doktorskiej mgr inż. Anny Dobosz**

pt.: „Wpływ wybranych nieskrobiowych hydrokoloidów polisacharydowych na retrogradację skrobi ziemniaczanej”

Pracę wykonano pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Marka Sikory i dr inż. Magdaleny Krystyjan w Katedrze Technologii Węglowodanów na Wydziale Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie. Rozprawa została przygotowana w 2017 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 2 listopada 2017 roku o sygnaturze DTŻ 520-29-324/2017.

#### **Ocena formalna**

Rozprawa doktorska mgr inż. Anny Dobosz liczy 212 stron, w tym 25 stron spisu literatury, zawierającego 315 pozycji. Praca zawiera 35 autorskich rycin, 1 rycinę będącą opracowaniem własnym danych literaturowych i 31 autorskich tabel. Struktura rozprawy jest typowa dla prac eksperymentalnych, z zachowaną właściwą kolejnością rozdziałów i wzajemnymi ich proporcjami. Układ przedstawionego opracowania obejmuje wprowadzenie z przeglądem literatury, streszczenia w języku polskim i angielskim (ok. 18,5% maszynopisu), cel pracy, materiał i metodykę badań (ok. 9,5%), wyniki i dyskusję (ok. 56%), wnioski oraz wspomniany wyżej spis literatury.

#### **Ocena merytoryczna**

Recenzowana praca doktorska dotyczy badania zjawisk krótko- i długoterminowej

retrogradacji żeli skrobi ziemniaczanej o zróżnicowanej zawartości amylozy i amylopektyny oraz wpływu dodatku nieskrobiowych hydrokoloidów polisacharydowych (NHP), takich jak gumy: ksantanowa, guarowa i arabska na przebieg procesu retrogradacji.

Skrobia jest polisacharydem szeroko wykorzystywanym w różnych gałęziach przemysłu spożywczego przede wszystkim jako substancja zagęszczająca, teksturotwórcza. W produkcji wielu produktów żywnościowych konieczne jest stosowanie procesów termicznych, w wyniku których obecna w nich skrobia ulega kleikowaniu. W czasie chłodzenia i przechowywania układów ze skleikowaną skrobią następują zmiany właściwości fizycznych nazywane retrogradacją. Na ogół są one zjawiskiem niepożądanym, które prowadzi m.in. do pogorszenia cech sensorycznych, zmętnienia i synerozy produktów. Proces retrogradacji ogranicza zatem wykorzystanie skrobi normalnej w produkcji żywności. W celu zwiększenia stabilności technologicznej i przechowalniczej oraz przydatności przemysłowej, skrobię poddaje się modyfikacjom, w tym chemicznym. Skrobie modyfikowane chemicznie do stosowania w żywności muszą spełniać odpowiednie, rygorystyczne wymagania prawne. Mimo to są one coraz mniej akceptowane przez konsumentów. Z tego powodu przemysł spożywczy stale poszukuje nowych rozwiązań ograniczających aplikację w żywności pochodnych skrobiowych, zwłaszcza tych modyfikowanych chemicznie na rzecz stosowania surowców pochodzenia naturalnego oraz otrzymywanych z udziałem mikroorganizmów, na drodze procesów biotechnologicznych. Do takich surowców można zaliczyć nieskrobiowe hydrokoloidy polisacharydowe – NHP, które jak wiadomo z literatury przedmiotu mają właściwości zagęszczające skrobię oraz wpływają na proces żelowania kleików skrobiowych. Badania prowadzone w zakresie wpływu różnych dodatków, także NHP na retrogradację żeli skrobiowych są opisane w literaturze, jednakże wyniki tych badań są niepełne, niejednoznaczne i często rozbieżne. Próbę usystematyzowania i przede wszystkim pogłębienia wiedzy na temat krótko- i długoterminowej retrogradacji żeli skrobiowych o różnym stężeniu skrobi oraz wpływu wybranych NHP, stosowanych w różnych stężeniach na szybkość przebiegu i mechanizm tego zjawiska podjęła mgr inż. Anna Dobosz w przedstawionej do oceny rozprawie doktorskiej.

**Przegląd piśmiennictwa** dokonany przez Doktorantkę jest dobrany prawidłowo i stanowi dobre wprowadzenie w problematykę rozprawy doktorskiej. Podsumowuje aktualną wiedzę w zakresie podjętego tematu badań.

**Cel pracy** został sformułowany poprawnie i skoncentrowany na otrzymaniu żeli skrobi ziemniaczanych o zróżnicowanej zawartości amylozy i amylopektyny, zbadaniu ich makrostruktury, stopnia skleikowania i przebiegu procesu retrogradacji oraz dodatkowo określeniu wpływu dodatku wybranych NHP na przebieg procesu retrogradacji żeli badanych skrobi ziemniaczanych.

**Materiał badawczy** stanowiły dwie skrobie ziemniaczane normalne (o większej i mniejszej zawartości amylozy), skrobia ziemniaczana woskowa oraz NHP, takie jak gumy: ksantanowa, guarowa i arabska (gumy anionowe i obojętne).

Rozdział dotyczący opisu doświadczeń i procedur analitycznych zaprezentowano

w sposób szczegółowy i systematyczny. **Metodykę** analityczną przedstawiono w sposób pozwalający na powtórzenie badań. W toku realizacji projektu doktorskiego określone zostały podstawowe właściwości fizykochemiczne skrobi i NHP, tj. zawartość suchej substancji, zawartość amylozy, tłuszczu surowego, fosforu całkowitego, rozpuszczalności i zdolności wiązania wody przez skrobię. Zbadano makrostrukturę żeli, w tym masy cząsteczkowe i dyspersyjność skrobi oraz stopień skleikowania skrobi. Wyznaczono charakterystyki kleikowania badanych skrobi bez i z dodatkiem NHP. Dokonano pomiarów podatności próbek na retrogradację, wykonując w tym celu pomiary widm mechanicznych, właściwości teksturalnych, synerezy, oznaczenie zawartości skrobi odpornej, pomiary rentgenograficzne oraz z zastosowaniem jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR).

**Wyniki i dyskusja** to najobszerniejszy rozdział recenzowanego opracowania, który oceniam jako bardzo dobry. Rezultaty własnych badań Autorki przedstawione są w tekście w postaci tabel i rycin. Są one na bieżąco wnikliwie omawiane, komentowane, prawidłowo interpretowane i konfrontowane z wynikami innych prac opisanymi w literaturze naukowej. Pani mgr inż. Anna Dobosz posiada także umiejętność wyciągania logicznych wniosków. Część wyników w tabelach i na rycinach (dotyczących oznaczanych parametrów żeli skrobiowych bez dodatku NHP) powtarza się w kolejnych tabelach i na rycinach, jednakże ułatwia to analizę wyników badań, bez potrzeby cofania się w tekście wiele stron wstecz.

Należy podkreślić, że do zbadania zjawiska retrogradacji Doktorantka zastosowała różnorodne i zaawansowane techniki pomiarowe, takie jak pomiary oscylacyjne, rentgenograficzne czy z zastosowaniem NMR. Największym osiągnięciem Autorki moim zdaniem są rezultaty prowadzonych badań w zakresie długoterminowej retrogradacji skrobi. Tak szerokich prac w tym zakresie literatura naukowa nie opisuje. Dostępnych jest natomiast wiele danych dotyczących retrogradacji krótkoterminowej oraz wyników doświadczeń retrogradacji wywoływanej wielokrotnym zamrażaniem i rozmrażaniem żeli skrobiowych. Autorka po otrzymaniu żeli analizowała je bezpośrednio po ich otrzymaniu, po jednej i dwóch godzinach, jednym, dwóch, dziesięciu, trzydziestu, sześćdziesięciu i dziewięćdziesięciu dniach chłodniczego przechowywania. Zaobserwowała, że największe zmiany właściwości fizykochemicznych żeli skrobiowych najczęściej zachodziły pomiędzy 30 a 90 dniem chłodniczego przechowywania. Dowiodła, że zawartość amylozy miała decydujący wpływ na podatność żeli skrobi ziemniaczanych na retrogradację, szczególnie w czasie pierwszych dwóch godzin od momentu przygotowania próbek, natomiast w początkowej fazie przechowywania w warunkach chłodniczych, dużą rolę odgrywała długość łańcuchów amylozy. Przy dłuższym przechowywaniu próbek (retrogradacja długoterminowa) efekt wpływu długości łańcuchów amylozy na zmiany właściwości żeli skrobiowych był częściowo niwelowany. Doktorantka wykazała, że dodatek NHP w różny sposób wpływał na podatność żeli skrobiowych na retrogradację długoterminową. Guma ksantanowa zmniejszała podatność na retrogradację długoterminową żeli skrobi ziemniaczanych normalnych, przy czym większy wpływ na ograniczenie tego zjawiska stwierdzono w przypadku skrobi o największej zawartości amylozy i przy najwyższym ze stosowanych w pracy stężeniu dodatku tej gumy (0,20%). Natomiast w przypadku żeli skrobi ziemniaczanej woskowej dodatek gumy ksantanowej przyspieszał retrogradację długoterminową, a wpływ ww. gumy był tym

większy, im większe było stężenie obu polisacharydów. Wpływ gumy guarowej na retrogradację długoterminową był podobny jak gumy ksantanowej, jednak szczególnie w układach ze skrobią o największej zawartości amylozy jego rola w zmniejszeniu podatności na retrogradację amylopektyny była mniejsza. Natomiast żele skrobi ziemniaczanych zarówno normalnych jak i woskowej z gumą arabską były słabsze, co przyczyniło się do zwiększenia retrogradacji długoterminowej.

Otrzymane przez Doktorantkę wyniki mają dużą wartość dla przemysłu spożywczego. Mogą przyczynić się do łatwiejszego kontrolowania zjawiska retrogradacji w celu po pierwsze spowolnienia tego procesu tam, gdzie jest on niepożądany i pośrednio spowodowania mniejszych strat żywności, wydłużając termin przydatności do spożycia oraz po drugie wykorzystania tego zjawiska w produkcji żywności dietetycznej, zawierającej skrobię oporną.

**Wnioski** są sformułowane poprawnie i wynikają jednoznacznie z analizy uzyskanych wyników badań. Warto w tym miejscu dodać, że wyniki badań zostały starannie opracowane oraz właściwie i szeroko zinterpretowane z uwzględnieniem podstawowej analizy statystycznej.

**Bibliografia** zawiera pozycje ściśle związane z tematem badań. Nie mam zastrzeżeń związanych z ich doбором. Większość cytowanych prac to naukowa literatura anglojęzyczna. Spis literatury został przygotowany dokładnie.

Pod względem **edytorskim** rozprawa została przygotowana wyjątkowo starannie. W pracy odnaleziono pojedyncze błędy określane mianem „literówek” (np. brak litery „w” w nazwie miejscowości „Schwabach” w Niemczech – począwszy od s. 43 konsekwentnie w całym tekście opracowania). Autorka posługuje się poprawnym językiem polskim. Posiada umiejętność komunikatywnego „przelewania swoich przemyśleń na papier”, co nie jest rzeczą łatwą.

Pani mgr inż. Anna Dobosz nie ustrzegła się niedociągnięć, które nie wpływają jednak na wartość naukową ocenianej pracy doktorskiej. Wśród nielicznych **uwag i zastrzeżeń** należy wymienić:

1. Wybór i znaczenie podjętej tematyki badawczej w mojej opinii powinny być bardziej uwypuklone przez Doktorantkę.
2. Korzystając z różnych opracowań Autorka na s. 12 i 15 sprzecznie opisuje wpływ stężenia tłuszczu w skrobi na podatność na retrogradację. Na s. 12 Doktorantka pisze: „Stwierdzono, że skrobie o dużej zawartości tłuszczu wykazują większą podatność na retrogradację. Dotyczy to głównie skrobi zbożowych, w których substancje lipidowe tworzą kompleksy inkluzyjne z amylozą.” Natomiast na s. 15 znajduje się stwierdzenie: „Tworzenie kompleksów amylozowo-lipidowych może zmniejszać podatność skrobi na retrogradację na trzy sposoby: (1) może utrudniać krystalizację amylopektyny; (2) może zmieniać i opóźniać dystrybucję cząsteczek wody; (3) może eliminować udział amylozy w procesie kokryształizacji amylozy i amylopektyny, który do pewnego stopnia może zachodzić w czasie retrogradacji.”. Zdarza się, że w różnych układach eksperymentów badacze dochodzą do innych spostrzeżeń. Zaopatrzenie powyższych - nie swoich

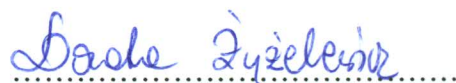
wyników badań krótkim komentarzem Autorki byłoby pożądane.

3. W tabeli 1 na s. 60 jednostką oznaczanego parametru, jakim jest zawartość tłuszczu (w skrobiach) w świetle opisu metodycznego na s. 45 powinien być „% s.m.”, a nie „%”.
4. Na s. 84 w zdaniu „Stwierdzono ponadto, że do 30 dnia przechowywania najmniejszą twardością odznaczały się żele skrobi kukurydzianej normalnej SZN2 ...” chodziło zapewne o żele skrobi ziemniaczanej normalnej SZN2.
5. W języku polskim, w przeciwieństwie do języka angielskiego po tytułach tabel, rycin, wykresów, rysunków nie stawia się kropki.
6. Doktorantka w całym tekście rozprawy doktorskiej skrót takich jednostek miar jak minuta czy obrót na minutę zapisuje z kropką po skrótce („obr./min.”, „min.”). Skrót nazw miar, wag i innych wielkości fizycznych, nawet jeśli nie zawierają ostatniej litery skracanego słowa zapisuje się bez kropki (np. min, V, kg, cm itd.). Skrót min. oznacza w języku polskim „minister” lub „minimum”.

**Podsumowując** stwierdzam, że przedłożona do recenzji praca stanowi nowy i oryginalny wkład do wiedzy nt. przebiegu i mechanizmu procesu retrogradacji żeli skrobi ziemniaczanej o zróżnicowanej zawartości amylozy, przy różnym stężeniu skrobi i nieskrobiowych hydrokoloidów polisacharydowych. Doktorantka wykazała się znajomością własnej tematyki badawczej, dobrze i logicznie zaplanowała prace eksperymentalne, rzetelnie opracowała i przedyskutowała wyniki a następnie wyciągnęła właściwe wnioski. Oceniana przeze mnie rozprawa doktorska jest opracowaniem samodzielnym o wysokiej wartości naukowej i dużym potencjale aplikacyjnym.

**Stwierdzam, że praca mgr inż. Anny Dobosz pt. „Wpływ wybranych nieskrobiowych hydrokoloidów polisacharydowych na retrogradację skrobi ziemniaczanej” 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 o dopuszczenie jej Autorki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**

Ze względu na moją wysoką ocenę recenzowanej pracy doktorskiej wynikającą z prowadzenia przez Autorkę szerokich badań z zastosowaniem nowoczesnych i zaawansowanych technik pomiarowych, uzyskania wartościowych wyników, umiejętności ich interpretowania i krytycznego ich odniesienia do opisanych w dostępnej literaturze naukowej rezultatów innych badaczy oraz na poprawność napisanej dysertacji proponuję wyróżnienie opiniowanej przeze mnie pracy doktorskiej, stanowiącej podstawę postępowania doktorskiego Pani mgr inż. Anny Dobosz. Stosowny wniosek załączony jest do niniejszej recenzji.



Dorota Żyżelewicz