

Dr hab. inż. Eliza Gruczyńska  
Katedra Chemii  
Wydział Nauk o Żywności  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
w Warszawie

## RECENZJA

**pracy doktorskiej Pana mgr. inż. Jakuba Piotra Kobylińskiego**  
**pt. „Badanie stabilności rafinowanego oleju rzepakowego podczas ogrzewania**  
**i smażenia w płytkiej warstwie tłuszczu”**

Promotor: prof. dr hab. Krzysztof Krygier

### **Formalno-prawne i merytoryczne kryteria wykonania recenzji**

Recenzję przygotowano w oparciu o Ustawę z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. Nr 65, poz. 595, z późniejszymi zmianami).

### **Komentarz wstępny**

Smażenie jest procesem wysokotemperaturowym – powszechnie wykorzystywanym w technologii żywności. Atutami tego procesu są przede wszystkim szybkość obróbki termicznej oraz walory sensoryczne smażonej żywności doceniane przez konsumentów na całym świecie. Z naukowego punktu widzenia smażenie jest jednak niezwykle złożonym procesem, obejmującym skomplikowane interakcje pomiędzy medium smaźalniczym, wodą, powietrzem, metalami i smażoną żywnością. W wyniku tych oddziaływań postępuje termiczna i hydrolityczna degradacja tłuszczów, a toksyczne związki powstające w temperaturach smażenia powodują obniżenie wartości odżywczej i negatywnie wpływają na bezpieczeństwo produktów smażonych. Wziąwszy pod uwagę zagrożenia wynikające z przemian wysokotemperaturowych, tematem niewymownie istotnym i wciąż aktualnym staje się monitorowanie jakości tłuszczów stosowanych do smażenia. Ponadto proces smażenia widziany z perspektywy obciążenia środowiska naturalnego i ekonomii generuje koszty związane z usuwaniem i utylizacją zużytych tłuszczów smaźalniczych. Dotychczasowe prace naukowe dotyczą przede wszystkim smażenia w głębokim tłuszczu. Tym ważniejsze jest podjęcie przez Doktoranta badań dotyczących smażenia w płytkiej warstwie tłuszczu, zwłaszcza że charakter każdego z tych procesów jest odmienny.

## Ocena formalno-redakcyjna pracy

Praca została napisana na 110 stronach maszynopisu w ogólnie przyjętym układzie: streszczenie, wstęp, przegląd literatury, cel i zakres badań, część metodyczna, omówienie i dyskusja wyników, stwierdzenia i wnioski, spis literatury. Dokumentację pracy stanowi: 51 rysunków i 62 tabele, z czego 16 rysunków i 57 tabel zamieszczonych w 74 stronicowym aneksie oraz 141 pozycji różnojęzycznego piśmiennictwa, zaktualizowanego do 2016 roku. Praca została napisana językiem zasadniczo poprawnym pod względem stylu i komunikatywności naukowej, czego dopełnieniem jest estetyczna szata edytorska. Niemniej jednak w tekście dostrzeżono pewne usterki redakcyjne oraz potknięcia lingwistyczne, najważniejsze z których wymieniam poniżej.

Na stronie 5 w tytule pracy poprzedzającym streszczenie brakuje słowa „rzepakowego”. Na tej samej stronie w pierwszym zdaniu streszczenia bardziej pasuje słowo „szybkość”, zamiast „prędkość”. Szybkość bowiem posiada wartość i określa tempo zmian wielkości skalarnych, natomiast prędkość jest wektorem. W wierszu 18, także na stronie 5 napisano: „ogromne spadki DPPH”. Jest to pewne uproszczenie; poprawniej byłoby: „obniżenie aktywności przeciwutleniającej”. Nie jestem również przekonana do zastosowania słowa „ogromne” w naukowym tekście.

W streszczeniu po angielsku (strona 6) pojawiły się drobne niedoskonałości lingwistyczne. Oto wybrane z nich:

- zamiast: „It was also investigated other refined oils (...)”, powinno być: „Other refined oils (...) have also been investigated”,
- w odniesieniu do grubości warstwy oleju w języku angielskim używa się słowa „thickness”, zamiast „height”,
- w miejsce „50% slower” proponuję „twice longer”,
- wśród słów kluczowych w języku angielskim jest „frying pan”, a powinno być „pan-frying”.

Na stronie 20 niejasne i nieprawidłowe jest sformułowanie „proces przyłączania wodoru z częściowym rozerwaniem wiązania wielokrotnego węgiel-węgiel”. Podejrzewam, że Autorowi chodziło raczej o pękanie pewnej liczby (nie wszystkich) wiązań wielokrotnych w procesie częściowego uwodornienia tłuszczów. Skrótem myślowym jest wyrażenie „wiązania sprzężone” (strona 21). W języku naukowym nie mówimy „wzrost zawartości transów” (strona 24). Niefortunne jest także sformułowanie „smalec zwierzęcy”, znajdujące się na 38 stronie oraz zapisanie nazwy avenasterol przez „w” zamiast „v” (strona 51).

Nie jestem również przekonana do określeń: oksydacja, stabilność oksydacyjna, przemiany termooksydacyjne, antyoksydanty. W zamian proponowałabym określenia: utlenianie, stabilność przeciwutleniająca lub odporność na utlenianie, przemiany termoutleniające, przeciwutleniające.

### Ocena merytoryczna pracy

Tytuł pracy dobrze informuje o problematyce wykonanych badań. Przegląd piśmiennictwa bardzo dobrze uzasadnia przedstawiony cel pracy oraz zakres badań. Różnojęzyczne piśmiennictwo, właściwie dobrane i prawidłowo wykorzystane w tekście, uwzględnia najważniejsze i najnowsze osiągnięcia w zakresie podejmowanej problematyki badawczej. W przeglądzie piśmiennictwa zabrakło, moim zdaniem, tylko jednego elementu – drobnego acz niewymownie istotnego w kontekście stabilności przeciwutleniającej tłuszczów stosowanych w procesach wysokotemperaturowych. Mam na myśli szczegółowe przedstawienie znaczenia tzw. substancji towarzyszących, naturalnie występujących w tłuszczach, np. chromanoli, steroli, związków fenolowych i węglowodorów. Doktorant oczywiście zwrócił uwagę na to zagadnienie, ale w przeglądzie piśmiennictwa omówił je tylko w epizodycznym wymiarze. Rozdział ten nie jest pozbawiony również pewnych potknięć merytorycznych. Na przykład na stronie 20 wyrażenie „izomery optyczne typu trans” jest niepoprawne naukowo, ponieważ ani izomery trans nie są izomerami optycznymi, ani odwrotnie. Izomerie optyczna i geometryczna cis-trans to dwa różne rodzaje izomerii konfiguracyjnej. Wyrażenie „olej powinien znajdować się w stanie wzbudzone”, zapisane na 29 stronie pracy, również nie jest poprawne merytorycznie.

W części doświadczalnej zastosowano bogaty zestaw metod fizycznych, chemicznych i instrumentalnych. Wiarygodność tych metod została potwierdzona w licznych publikacjach naukowych. Fakt ten wart jest podkreślenia, albowiem determinuje on poprawność uzyskanych wyników, co może prowadzić do słusznych obserwacji i właściwych wniosków. Wnoszę jednak wątpliwość odnośnie zastosowania urządzenia CapSens 5000 do pomiarów zawartości składników polarnych w tłuszczach. Wykorzystanie tej metody w przemyśle jest bez wątpienia uzasadnione, ale przed jej zastosowaniem w pracy naukowej należało zbadać w jakim stopniu metoda ta koreluje z chromatografią kolumnową, której wysoka dokładność i odtwarzalność zostały dowiedzione i która jest wymieniana w oficjalnych aktach normatywnych, np. w zbiorze procedur zalecanych przez IUPAC, AOCS, AOAC i w Polskich Normach. Ponadto w przypadku urządzenia CapSens 5000 kluczowa jest temperatura pomiaru, albowiem przyrząd ten mierzy wartość względnej przenikalności elektrycznej (zwanej dawniej stałą dielektryczną), która zależy od temperatury ośrodka. Podana w pracy informacja, iż pomiarów dokonywano w temperaturze niższej niż 120°C, nie jest w związku z tym wystarczająca.

Zasadniczym celem badań Doktoranta była ocena stabilności przeciwutleniającej rafinowanego oleju rzepakowego w procesach ogrzewania i smażenia w płytkiej warstwie tłuszczu. Oprócz rafinowanego oleju rzepakowego przedmiotem badań były również inne oleje rafinowane, oleje tłoczone na zimno oraz smalec. Stabilność tłuszczów w procesach

ogrzewania i smażenia oceniano na podstawie zmian zawartości związków polarnych i wolnych kwasów tłuszczowych, wartości liczb nadtlenkowych i anizydynowych a także w oparciu o aktywność przeciwutleniającą oraz parametry barwy. Ponadto określano wpływ grubości warstwy oleju na czas osiągnięcia 25% zawartości związków polarnych. Na tym etapie badań wykorzystywano jednak wyłącznie rafinowany olej rzepakowy oraz patelnię elektryczną z powłoką teflonową, co ogranicza wartość poznawczą wykonanych badań. Badano również wpływ rodzaju materiału patelni na szybkość powstawania związków polarnych w rafinowanym oleju rzepakowym. Omówienie wyników jest przejrzyste i poprawne. Doktorant szeroko konfrontuje wyniki badań własnych z aktualnym piśmiennictwem, a w przypadku rozbieżności danych analizuje i uzasadnia dostrzeżone różnice. Niezaprzeczalną wartością dyskusji są próby stawiania hipotez w oparciu o uzyskane wyniki. Ten fakt stawia Doktoranta w szeregu twórczych pracowników nauki.

W kontekście podejmowanych w pracy problemów badawczych należy zadać pytanie o ich wartość poznawczą i praktyczną. Wykonane badania potwierdzają przydatność rafinowanego oleju rzepakowego, wysokooleinowego oleju słonecznikowego oraz oliwy extra virgin do zastosowań wysokotemperaturowych. Doktorant dowiódł jednakże, iż wysoka stabilność termoutleniająca oliwy extra virgin jest wynikiem degradacji cennych substancji o charakterze przeciwutleniającym. Kierując zatem uwagę na te fizjologicznie i żywieniowo pożądane składniki żywności, wykorzystywanie oliwy extra virgin do smażenia wydaje się być pomysłem nieopłacalnym. Ponadto badania Doktoranta zaowocowały wyznaczeniem optymalnego czasu smażenia w płytkiej warstwie w określonej objętości oleju, co uznać należy za technologiczne osiągnięcie.

Doktorant wykazał również, iż obecność produktów białkowych w gorącym oleju spowalnia proces degradacji termicznej niektórych olejów w porównaniu z ogrzewaniem samego oleju. Na tej podstawie we wniosku 4 Doktorant stwierdza, iż oleje rzepakowy i słonecznikowy oraz oliwa extra virgin powinny być rekomendowane do smażenia produktów białkowych. W tym miejscu brakuje jednak analogicznej konkluzji dotyczącej wyboru tłuszczu optymalnego do smażenia produktów skrobiowych. Podobnie nie znalazłam omówienia wpływu innych cech smażonej żywności na stabilność termoutleniającą badanych olejów. Wszak na proces degradacji termicznej tłuszczów ma wpływ nie tylko skład chemiczny produktów żywnościowych, ale również inne czynniki, np. kształt i rozmiar smażonych produktów, a w szczególności stosunek powierzchni do objętości poszczególnych kawałków żywności smażonej, etc.

W pracy wykazano również wpływ grubości warstwy na szybkość degradacji termicznej rafinowanego oleju rzepakowego. W ocenie tej części badań zwracam uwagę, iż wpływ grubości warstwy na rozkład termoutleniający oleju jest podrzędny wobec procesów

dyfuzyjnych zachodzących w tłuszczu podczas ogrzewania i związanej z tym rozpuszczalności tlenu. Z takiego punktu widzenia, moim zdaniem, należałoby rozważać zmiany zachodzące w tłuszczach poddawanych procesom wysokotemperaturowym.

Interesujące ze względów poznawczych i aplikacyjnych są wyniki badań przedstawiające wpływ rodzaju materiału, z którego wykonano patelnię, na szybkość tworzenia się związków polarnych w rafinowanym oleju rzepakowym. Dzięki tym badaniom Doktorant dowiódł, że degradacja termiczna oleju rzepakowego postępuje najszybciej w naczyniach wykonanych ze stali nierdzewnej, a najwolniej – w szklanych i pokrytych teflonem. Wniosek 11 kończy się stwierdzeniem, iż powinno się smażyć na patelniach teflonowych. Nasuwa się pytanie: A dlaczego nie w szklanych naczyniach, skoro wyniki badań jednoznacznie wskazują na ich najlepszą przydatność w procesach wysokotemperaturowych?

O poziomie życia człowieka decyduje wiele czynników natury fizycznej i psychicznej, wśród których pożywienie, w sposób obecnie bardzo wyraźnie dostrzegalny, jest jednym z ważniejszych elementów. Zmysły dostarczają nam wielu informacji w tym względzie i pozwalają wybierać to, co poprzez smak i wygląd wydaje się być dla nas korzystne. Z tej perspektywy patrząc żałuję, że w pracy nie dokonano oceny sensorycznej smażonych produktów żywnościowych.

#### **Wniosek końcowy**

Podsumowując ocenę dysertacji Pana mgr. inż. Jakuba Piotra Kobylińskiego dostrzegam w niej pomysł i duży potencjał naukowy oraz wyraźny cel aplikacyjny. Analiza metodologiczna i problemowa wykonanych badań dowodzi, że Pan mgr inż. Jakub Piotr Kobyliński potrafi samodzielnie konstruować problematykę badawczą, o czym świadczy zarówno warsztat analityczny, jak i poszukiwania nowatorskich rozwiązań w dziedzinie wysokotemperaturowych zastosowań lipidów naturalnych. Stawiane hipotezy na podstawie uzyskanych wyników dowodzą twórczego zaangażowania Doktoranta w realizację ocenianej pracy doktorskiej.

Wziąwszy pod uwagę wartość poznawczą i użyteczną tej dysertacji, potwierdzoną przez zaprojektowanie i rozwiązanie postawionego zadania badawczego z naukową wiarygodnością oraz właściwe wyciągnięcie wniosków z wyników badań własnych stwierdzam, że praca doktorska pt. **„Badanie stabilności rafinowanego oleju rzepakowego podczas ogrzewania i smażenia w płytkej warstwie tłuszczu”**, spełnia wymagania merytoryczne i ustawowe. Dlatego też występuję z wnioskiem do Rady Wydziału Nauk o Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o dopuszczenie Pana mgr. inż. Jakuba Piotra Kobylińskiego do publicznej obrony.

Eliza Gruczyńska  
Dr hab. inż. Eliza Gruczyńska