



Dr hab. inż. Róża Biegańska-Marecik
Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego
Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

Recenzja

rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Katarzyny Kur

**pt.: „Wpływ sposobu suszenia i warunków składowania suszy warzywnych na zawartość
antyoksydantów oraz cechy sensoryczne”**

wykonanej w Katedrze Technologii Produktów Roślinnych i Higieny Żywnienia
Wydziału Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja w Krakowie,
pod kierunkiem naukowym dr hab. Piotra Gębczyńskiego, prof. URK

Podstawa prawna opracowania recenzji

Recenzję wykonano w oparciu o Uchwałę nr 76/2023 Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie z dnia 5 lipca 2023 roku, zgodnie z którą powierzono mi wykonanie recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Kur pt. „Wpływ sposobu suszenia i warunków składowania suszy warzywnych na zawartość antyoksydantów oraz cechy sensoryczne” w odniesieniu do warunków określonych w art. 13 ust 1. Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1798).

Ocena wartości naukowej pracy

Tematyka rozprawy doktorskiej związana jest z technologią produkcji suszy warzywnych, w kontekście jakości produktu końcowego, w tym szczególnie zawartości związków o charakterze antyoksydacyjnym. Rosnąca świadomość społeczna o istotnej roli pożywienia w utrzymaniu i poprawie zdrowia oraz walorów życia powoduje zainteresowanie konsumentów jakością spożywanych posiłków. Rola warzyw jako składnika diety w tym



względnie jest bezsprzeczna. Są one dostępne na rynku zarówno w postaci świeżej, jak i przetworzonej, jednak nadal poszukuje się technologii, sposobów przetwarzania, które pozwolą na zachowanie istotnych z punktu widzenia żywieniowego i prozdrowotnego składników żywności. Doktorantka jako cel pracy przyjęła ocenę jakości suszy 10 gatunków warzyw, zależnie od metody suszenia oraz temperatury przechowywania. Zastosowała suszenie owiewowe i sublimacyjne oraz przechowywanie w temperaturze chłodniczej (2-4°C) i pokojowej (18-22°C). Odwadnianie jest stosowane od wieków jako skuteczny sposób na zachowanie i zwiększenie trwałości warzyw, przyczyniając się również do ułatwienia przechowywania i zmniejszenia kosztów transportu i pakowania. Jednakże zależnie od metody suszenia i parametrów procesu, jakość produktów końcowych może być różna. Główne zmiany chemiczne podczas suszenia są związane z degradacją związków takich jak witaminy, przeciwutleniacze, minerały, barwniki i innych związków bioaktywnych. Biorąc pod uwagę fakt, że susze warzywne mogą być przechowywane przez długi czas, a zmiany ich jakości zwykle są zależne od formy i jakości początkowej suszu oraz warunków przechowywania bardzo trafne jest ukierunkowanie badań na ten właśnie aspekt jakości. W literaturze naukowej ciągle brakuje badań związanych z oceną jakości produktów suszonych w czasie ich długoterminowego przechowywania. Ponadto trafnym założeniem jest porównanie dwóch metod suszenia, konwekcyjnego, często stosowanego w przypadku suszenia warzyw, jednak dość znacznie wpływającego na degradację czynników jakościowych, z suszeniem sublimacyjnym, metodą w znacznym stopniu zachowującą cechy sensoryczne i zawartość związków bioaktywnych suszonych surowców, jednak droższą, wymagającą dłuższego czasu suszenia. Badania dotyczące wpływu metod suszenia na jakość otrzymanych produktów spożywczych są często podejmowane w literaturze naukowej, wskazując wiele praktycznych parametrów istotnych dla jakości otrzymanych poprzez suszenie konkretnych produktów spożywczych. Stwierdzam, że zaplanowane i zrealizowane przez Doktorantkę badania mają charakter nowatorski o dużym potencjale praktycznym.

Ocena formalna pracy

Przygotowana przez Panią mgr inż. Katarzynę Kur rozprawa doktorska ma formę monografii o układzie typowym dla prac o charakterze eksperymentalnym. Składa się z 11 głównych rozdziałów, w tym wstępu, przeglądu literatury, celu pracy i hipotez badawczych, materiałów i metod, wyników i dyskusji, wniosków, abstraktu w języku polskim i angielskim



oraz spisu literatury zawierający 213 pozycji. Ponadto Doktorantka dołączyła spis tabel i rycin, który zawiera wykaz 83 tabel i 32 rycin, oraz aneks zawierający większość tabel i rycin. Doktorantka nie zamieszczała tabel i rycin w rozdziale wyniki i dyskusja, nieliczne znajdują się w rozdziałach przegląd literatury oraz materiały i metody.

Język pracy jest zrozumiały, narracja czytelna i konsekwentna, co czyni opracowanie kompletnym. Pod względem językowym, gramatycznym i stylistycznym praca jest napisana poprawnie. W tekście zdarzają się nieliczne błędy edytorskie i stylistyczne, przykładowo, w nagłówku tabeli 2 na stronie 9, na stronie 25 i 26 błędy w łacińskich nazwach warzyw, strona 33 pierwszy wiersz niepoprawna forma gramatyczna, strona 40 - Doktorantka informuje o zamieszczeniu rycin w rozdziale „Dokumentacja uzupełniająca”, natomiast w rzeczywistości rozdział nazwano „Aneks”.

Ocena merytoryczna pracy

Przedłożoną do recenzji dysertację Pani mgr inż. Katarzyny Kur rozpoczyna przegląd literatury, liczący 18 stron. Doktorantka otwiera ten rozdział bardzo trafnie, od omówienia znaczenia warzyw w żywieniu człowieka, następnie charakteryzuje naturalne przeciwutleniacze występujące w warzywach, w tym witaminę C i E, chlorofile, karotenoidy, związki polifenolowe, a także definiuje pojęcie „wolne rodniki”, omawia ich formy i przyczyny powstawania. Doktorantka omówiła również technologię produkcji i znaczenie suszy warzywnych, wskazując na czynniki istotne dla otrzymania dobrej jakości suszu, tj. jakość surowca oraz aspekty procesu technologicznego. Dużo uwagi Autorka poświęciła sposobom obróbki wstępnej surowców przed suszeniem, zarówno fizycznym, jak i chemicznym, odwołując się do wielu pozycji literaturowych, w tym w większości z kilku ostatnich lat. Doktorantka scharakteryzowała także metody suszenia warzyw, metody intensyfikujące procesy suszenia konwekcyjnego i liofilizacji oraz zagadnienie pakowania suszy warzywnych. Zaprezentowany przegląd literaturowy jest bezpośrednio powiązany z celem badań, jest przemyślany i rzeczowo napisany, stanowi dobre wprowadzenie w zagadnienia badane i omawiane w części eksperymentalnej. Został przygotowany w oparciu o właściwie dobrane i aktualne pozycje literaturowe.

Uwagi Recenzenta:

W opisie procesu liofilizacji brakuje podania konkretnych parametrów ciśnienia i temperatury, w których proces sublimacji zachodzi, krzywej sublimacji.



Sądzę, że zdanie „Dlatego zastosowanie tej metody na skalę przemysłową jest ograniczone i wykorzystywana jest tylko do utrwalania cennych materiałów biologicznych” (w odniesieniu do liofilizacji) (strona 21) jest już nieaktualne. Proszę o komentarz do tej uwagi.

Rozdział „Rozwiązania intensyfikujące procesy suszenia konwencyjnego oraz liofilizacji” pozostawia pewien niedosyt, wymieniono różne sposoby doprowadzania energii w kombinowanych metodach suszenia i ich zalety, jednak brak rozwinięcia konkretnych przykładów badań naukowych z zastosowaniem tych metod.

W mojej opinii aspekt zalet i wad suszenia konwekcyjnego i liofilizacji zawarty na stronie 20-21 (jeden akapit), powinien zostać rozszerzony i stanowić oddzielny podrozdział

Dwutlenek węgla nie jest gazem obojętnym (strona 22).

Na stronie 23 Doktorantka użyła sformułowania „zmiany koloru” (w odniesieniu do suszy, zamiast „zmiany barwy”.

Kolejny rozdział to Cel pracy i hipotezy badawcze. Zasadniczo przyjęty cel nie budzi wątpliwości merytorycznych, natomiast jego sformułowanie jest mało czytelne i niepoprawne gramatycznie. Ponadto w rozdziale tym Doktorantka wymieniała „aspekty analizowane w materiale badawczym” i założenia zaplanowanego układu badań oraz trzy poprawnie sformułowała hipotezy badawcze.

Uwagi Recenzenta:

W mojej opinii treści w rozdziale „Cel pracy i hipotezy badawcze” mają niewłaściwą kolejność. Jako pierwsze po celu pracy powinny zostać zamieszczone hipotezy badawcze, a następnie zaplanowane analizy materiału badawczego i założenia, które posłużą do weryfikacji hipotez.

W trzeciej hipotezie Doktorantka użyła frazy „ocena organoleptyczna” zamiast „ocena sensoryczna”.

Rozdział Materiały i metody, liczący 18 stron, wymienia warzywa stanowiące materiał badawczy, jest to 10 warzyw z czterech grup użytkowych, warzyw kapustnych, strączkowych, korzeniowych i cebulowych, ponadto przedstawia charakterystykę odmian wykorzystanych warzyw. W rozdziale tym Doktorantka precyzuje również obiekty badawcze: surowiec, surowiec blanszowany (z wyjątkiem cebuli), susz sublimacyjny i owiewowy bezpośrednio po



wysuszeniu oraz po 4, 8 i 12 miesiącach przechowywania w temperaturze chłodniczej i pokojowej. Metody zostały bardzo szczegółowo opisane, począwszy od opisu procesu produkcji suszy warzywnych, w tym obróbki wstępnej poszczególnych surowców, poprzez szczegółowe parametry procesu suszenia metodą owiewową i sublimacyjną, po proces wyrównywania wilgoci i przechowywanie. Należy podkreślić, że wykonanie suszenia dla tak znacznej i zróżnicowanej grupy warzyw wymagało od Doktorantki dużej wiedzy technologicznej. Autorka jako odrębny podrozdział zamieściła Ocenę jakości obiektów badawczych, z uwzględnieniem oceny wybranych wyróżników chemicznych, oceny sensorycznej, oceny zdolności pochłaniania wody oraz oznaczania aktywności wody. Wśród wyróżników chemicznych surowców i suszy Doktorantka analizowała m.in. zawartość i aktywność wody, zawartość witaminy C i E, karotenoidów, związków fenolowych, chlorofilu oraz oznaczała aktywność przeciwutleniającą. Wykorzystywała w tym celu m.in. metody spektrofotometryczne i chromatograficzne. Istotny aspekt oceny surowców i suszy stanowiła ocena sensoryczna, Doktorantka wykorzystała tutaj zarówno metodę punktową, jak i metodę profilowania sensorycznego barwy, smakowitości i tekstury. Podsumowując, wysoko oceniam warsztat technologiczny i badawczy Doktorantki, ponadto w mojej opinii dobór metod badawczych należy uznać za w pełni zasadny.

Uwagi Recenzenta:

W obecnie stosowanej nomenklaturze systematycznej (system APG III i IV) zmieniona została nazwa rodziny warzywa kapustne na warzywa kapustowate, w związku z tym rekomenduje się stosowanie w literaturze naukowej takiego nazewnictwa.

Konstrukcja rozdziału „Materiały i metody” jest mało przejrzysta.

Jakie były przesłanki wyboru temperatury półek (+20°C) podczas suszenia sublimacyjnego?

Dyskusyjne jest włączenie do badań marchwi, ponieważ na podstawie wcześniejszych doniesień literaturowych wskazuje się marchew jako surowiec niewskazany do suszenia liofilizacyjnego ze względu na bardzo duże starty karotenoidów i znaczne rozjaśnienie barwy, wręcz bielenie korzeni.

Pomiar parametrów barwy nie jest elementem oceny sensorycznej, jest to metoda instrumentalna, powinna zostać zamieszczona w innej grupie metod. Również nagłówek do opisu metody pomiaru barwy powinien mieć brzmienie „Pomiar parametrów barwy”, zamiast „Ocena barwy metodą instrumentalną” (strona 39).



Opis pomiaru barwy jest niekompletny, nie podano systemu, w którym dokonywano pomiaru oraz rodzaju źródła światła, ponadto w przypadku produktów o niejednorodnej barwie, jakim są susze warzywne, powinna zostać wykonana większa liczba powtórzeń pomiarów.

Badanie związków bioaktywnych, szczególnie związków fenolowych, można było poszerzyć o analizę chromatograficzną, co pozwoliłoby na nie tylko na ilościową charakterystykę zmian w czasie przechowywania suszy, ale również określenie zmian profilu związków fenolowych, ponieważ ten aspekt może mieć istotny związek z aktywnością przeciwutleniającą suszy.

Bardzo proszę o komentarz dotyczący metody pakowania suszy, oba susze zostały zapakowane w słojach typu twist off. Jak wiadomo, Doktorantka pisze o tym również w przeglądzie literatury, liofilizaty ze względu na znaczną porowatość, powinny być przechowywane bez dostępu tlenu, pakowane próżniowo lub w atmosferze gazu obojętnego. Sposób pakowania suszy mógł przyczynić się do pogorszenia jakości liofilizatów, charakteryzujących się większą porowatością niż susze konwekcyjne.

Rozdział Wyniki i dyskusja, liczący 51 stron, został podzielony na 3 podrozdziały: skład chemiczny, ocena sensoryczna oraz ocena zdolności chłonięcia wody. Na podstawie badań dotyczących składu chemicznego stwierdzono, że liofilizaty warzywne zarówno bezpośrednio po otrzymaniu, jak i po roku przechowywania były bardziej zasobne w analizowane wyróżniki jakości, tj. karotenoidy, związki fenolowe, witaminę C, w porównaniu do warzyw suszonych konwekcyjnie. Przechowywanie suszy warzywnych przez rok spowodowało największe straty w przypadku karotenoidów, w tym szczególnie β -karotenu, oraz witaminy C. Natomiast na zmiany zawartości i aktywności wody istotny wpływ miała metoda suszenia oraz czas przechowywania suszu, wyjątek stanowiły warzywa kapustowate. Analizując aktywność przeciwutleniającą odnotowano istotny wpływ czasu przechowywania suszy na jej wartości, natomiast nie odnotowano istotnego wpływu temperatury przechowywania. Po 12 miesiącach przechowywania suszu, w zależności od rodzaju surowca, wartość aktywności przeciwutleniającej zmniejszyła się o około 13-33% w suszach sublimacyjnych oraz o 7 do 40% w suszu konwekcyjnym. Zastosowanie blanszowania przed suszeniem powodowało spadek aktywności przeciwutleniającej o 6-19%, poza marchwią i kapustą brukselską były to zmiany istotne statystycznie. Ocena sensoryczna suszy warzywnych potwierdza lepszą jakość suszy sublimacyjnych, nie dotyczy to jednak warzyw korzeniowych: pietruszki, selera i



marchwi, ze względu na powstanie jełkiego zapachu w czasie przechowywania oraz znaczne pojaśnienie barwy w przypadku marchwi. Zdolność pochłaniania wody zmniejszyła się w czasie przechowywania suszy przez 12 miesięcy o 4-10% w przypadku liofilizatów oraz 5-13% w przypadku suszy konwekcyjnych. Doktorantka zestawiała wyniki badań w formie 83 tabel i 30 rycin, które zamieszczono w rozdziale zatytułowanym Aneks. Materiał ten został starannie przygotowany i umożliwia wnikliwe prześledzenie uzyskanych wyników oraz przeprowadzonej analizy statystycznej.

Uwagi Recenzenta:

W rozdziale Wyniki i dyskusja Doktorantka nie zamieściła materiału graficznego (tabel, rycin), wyniki badań w postaci tabel zostały zamieszczone w rozdziale Aneks. Czyni to tekst rozdziału bardzo zwartym, ale utrudnia czytanie pracy, weryfikację i interpretację wyników. Materiał wynikowy jest obszerny, jednak zamieszczenie wybranych tabel lub rycin poprawiłoby komunikatywność tekstu.

Każdy z analizowanych wyróżników jakości opisywany był bardzo szczegółowo. Moim zdaniem brakuje podsumowań w przypadku poszczególnych analizowanych parametrów oraz kompleksowego porównania wszystkich wyróżników jakości.

Opis wyników pomiaru parametrów barwy powinien uwzględniać zmiany wszystkich trzech parametrów, zamieszczone długie opisy każdego z parametrów oddzielnie nie odzwierciedlają rzeczywistych zmian barwy. W części tej również brakuje podsumowania.

W przypadku oceny statystycznej brakuje podsumowującej analizy, na przykład analizy składowych głównych, co biorąc pod uwagę zarówno dużą ilość surowców o różnych cechach, jak i znaczną ilość badanych wyróżników jakości surowca i suszy ułatwiłoby podsumowanie wyników.

W wielu tabelach brakuje jednostek, w których wyrażone są poszczególne analizowane wyróżniki (dotyczy to tabel zawierających wyniki oznaczeń zawartości wody, polifenoli, witaminy C, witaminy E, karotenoidów, związków fenolowych).

W rozdziale Wnioski Doktoranta sformułowała 9 wniosków głównych oraz 3 wnioski nazwane przez Doktorantkę „Wnioski dla praktyki”. Wnioskowanie jest prawidłowe. Wnioski są obszerne i dość szczegółowe, jednak ze względu na charakter pracy i uzyskane wyniki jest to uzasadnione. Cenne są zarówno wnioski dotyczące zmian jakości związków o charakterze



antyoksydacyjnym oraz aktywności przeciwutleniającej, jak i wnioski o charakterze aplikacyjnym, w syntetycznej formie informujące o aspektach istotnych dla jakości suszu.

Uwagi Recenzenta:

W wielu wnioskach Doktorantka posługuje się frazą „na ogół” (wniosek, 5, 6, 7, 8, 9), co budzi moje wątpliwości. Rozumiejąc nawet charakter pracy, szczególnie dużą liczbę użytych surowców oraz analizowanych czynników jakości, co utrudnia jednoznaczne wnioskowanie, bardziej poprawne wydaje się jednak użycie określenia „w większości przypadków”, po czym opisanie odstępstw. Powiedzenie „na ogół” poddaje w wątpliwość zasadność wniosku.

Przedstawioną do recenzji pracę doktorską oceniam pozytywnie. W mojej opinii dysertacja jest wartościowym opracowaniem naukowym, poszerzającym wiedzę na temat zmian jakości suszy warzywnych w czasie ich przechowywania, porównującym ponadto dwie metody suszenia odmiennie wpływające na wyróżniki jakości. Uzyskane wyniki mają znaczący aspekt praktyczny. Zamieszczone w recenzji uwagi i komentarze nie umniejszają wartości uzyskanych wyników.

Podsumowując, stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Katarzyny Kur pt. „Wpływ sposobu suszenia i warunków składowania suszy warzywnych na zawartość antyoksydantów oraz cechy sensoryczne” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim określone w art. 13 ust 1. Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1798). W związku z powyższym wnioskuję do Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia, Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie o dopuszczenie Pani mgr inż. Katarzyny Kur do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

25. 08. 2023

Łucie Brygander-Hend