

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Klaudii Masztalerz **pt. „ Wpływ właściwości fizyko-chemicznych roztworów osmotycznych na proces odwadniania surowców roślinnych i jakość suszu”**

Recenzja została wykonana na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu Pana Prof. dr hab. Marcina Kozaka na podstawie pisma (PD000000 4100.4. 2021) z dnia 02.06.2021 roku.

Praca doktorska była wykonana pod kierunkiem dra hab. inż. Krzysztofa Lecha, prof. uczelni.

Ocena problematyki badawczej i celu pracy

Proces odwadniania osmotycznego to jedna z metod utrwalania i przetwarzania surowców i żywności, który pozwala na uzyskanie ich wysokiej jakości pod względem właściwości organoleptycznych oraz odżywczych. Podczas tego procesu następuje częściowe usunięcie wody z tkanki roślinnej z jednoczesnym wniknięciem substancji osmotycznej z roztworu otaczającego do wnętrza materiału. Na przebieg procesu odwadniania osmotycznego ma wpływ wiele czynników związanych z właściwościami odwadnianego materiału, zastosowanego roztworu osmotycznego oraz samych parametrów procesu.

W celu intensyfikacji wymiany masy oraz polepszenia jakości materiału odwadnianego testowane są różne roztwory osmotyczne na bazie zagęszczonych soków warzywnych lub owocowych z wykorzystaniem m.in. soku jabłkowego, winogronowego, aroniowego, oraz jabłkowo-wiśniowego. Do istotnych parametrów procesu należą również czas trwania oraz temperatura procesu. Kolejnymi parametrami, które mogą wpłynąć na proces odwadniania osmotycznego są : obniżone ciśnienie, oddziaływania ultradźwięków i mikrofal, skutkujące skróceniem czasu trwania procesu. Odwadnianie osmotyczne często jest stosowane jako obróbka wstępna przed dosuszaniem przy użyciu innych metod nap. metoda konwekcyjna, mikrofalowo-próżniowa oraz połączenie tych metod. Podjęta tematyka badań ściśle związana jest z wszystkimi ww. aspektami. Dlatego też podjęte przez mgr inż. Klaudię Masztalerz badania dotyczące wpływu właściwości fizyko-chemicznych roztworów osmotycznych na

proces odwadniania surowców roślinnych i jakość suszu są bardzo aktualne i uzasadnione z punktu naukowego i użytkowego.

Ogólna charakterystyka pracy doktorskiej

Przedłożona do oceny praca doktorska została przygotowana w formie powiązanych tematycznie 4 oryginalnych artykułów naukowych (z bazy JCR) poświęconych tematyce wpływu zastosowanych wybranych roztworów osmotycznych na proces odwadniania surowców roślinnych i jakość suszu.

1. **Mastalerz K.**, Lech K., Wojdyło A., Nowicka P., Michalska-Ciechanowska A., & Figiel A. (2020). The impact of the osmotic dehydration process and its parameters on the mass transfer and quality of dried apples. *Drying Technology*, 1-13.
<https://doi.org/10.1080/07373937.2020.1741607>
2. **Mastalerz K.**, Figiel A., Michalska-Ciechanowska A., Wojdyło A., Nowicka P., & Lech K. (2020). The Effect of Filtration on Physical and Chemical Properties of Osmo-Dehydrated Material. *Molecules*, 25 (22), 5412.
<https://doi.org/10.3390/molecules25225412>
3. Salvador Castillo-Gironés, **Klaudia Masztalerz**, Krzysztof Lech, Hanán Issa-Issa, Adam Figiel, Angel A. Carbonell-Barrachina A. A. (2021). Impact of osmotic dehydration and different drying methods on the texture and sensory characteristic of sweet corn kernels. *Journal of Food Processing and Preservation*.
<https://doi.org/10.1111/jfpp.15383>
4. **Klaudia Masztalerz**, Jacek Łyczko, Krzysztof Lech, Antoni Szumny, Adam Figiel. (2021). The effect of filtrated osmotic solutions based on chokeberry juice enriched with mint extract on volatile compounds in dried apples. *Journal of Food Processing and Preservation*. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13728>

Publikacje składające się na osiągnięcie naukowe Pani mgr inż. Klaudii Masztalerz ukazały się w latach 2020-2021. Są to prace wieloautorskie, przy czym liczba autorów jest umiarkowana a Doktorantka jest autorem wiodącym z dominującym udziałem 40-50%.

Łączna liczba punktów dokumentujących osiągnięcie naukowe wynosi 340 pkt. (według MNiSW). Sumaryczny IF dla ww. publikacji zgodnie z rokiem opublikowania wynosi IF=9,363. Jej udział w powstawaniu wymienionych publikacji dotyczył opracowania koncepcji oraz metodyki badań, a także prowadzenia procesów odwadniania osmotycznego i suszenia. Udział przy określeniu właściwości fizycznych, oznaczaniu właściwości chemicznych roztworów osmotycznych, odwadnianych materiałów i suszu oraz przy analizie

uzyskanych wyników i opracowaniu manuskryptu. Ten wiodący wkład został potwierdzony przez współautorów (oświadczenia współautorów-załącznik nr 1).

Osiągnięcie naukowe liczące wraz przedstawionym pozostałym dorobkiem naukowym 37 stron składa się z 6 rozdziałów.

1.Wstęp; 2.Hipotezy badawcze i cel pracy; 3. Materiały i metody; 4. Wyniki i dyskusja; 5. Podsumowanie i wnioski; 6. Bibliografia; Pozostały dorobek naukowy; Załączniki

Tytuł rozprawy został sformułowany poprawnie i we właściwy sposób oddaje treści zawarte w wykazie powiązanych artykułów ujętych w rozprawie doktorskiej.

Merytoryczna ocena pracy

Podjęty temat będący treścią pracy doktorskiej Doktorantka nakreśla już w streszczeniu i we wstępie akcentując w bardzo syntetyczny i logiczny sposób kontekst podjęcia badań dotyczących wpływu właściwości fizyko-chemicznych roztworów osmotycznych uzyskanych na bazie zagęszczonych soków owocowych wzbogaconych koncentratami aromatów z ziół na kinetykę procesu odwadniania osmotycznego i dosuszania różnymi metodami.

W sposób bardzo wnikliwy przedstawia proces odwadniania osmotycznego oraz poglądy zarówno krajowych jak i zagranicznych badaczy dotyczących wpływu wybranych czynników związanych z cechami odwadnianego materiału, roztworu osmotycznego, jak i samych parametrów procesu. Wskazując również na to że, brakuje doniesień na temat wpływu ciśnienia, udziału ultradźwięków czy mikrofal na proces odwadniania osmotycznego prowadzonego w roztworze osmotycznym na bazie zagęszczonego soku z dodatkiem ekstraktów z ziół na zawartość związków lotnych w wysuszonym produkcie. W nawiązaniu do przytoczonego przeglądu literatury rozdział kończy się zdefiniowaniem problemów badawczych, w postaci pytań:

1. Czy zastosowanie obniżonego ciśnienia, ultradźwięków lub mikrofal podczas odwadniania osmotycznego w zagęszczonych sokach zwiększy wnikanie substancji z roztworu do odwadnianego materiału?
2. Czy odfiltrowanie największych cząstek w roztworze osmotycznym (zagęszczonym soku) zwiększy przyrost suchej substancji w materiale odwadnianym osmotycznie?
3. Czy skład zagęszczonego soku (filtrowany i nie filtrowany) wzbogacony w ekstrakt z ziół będzie miał wpływ na ilość lotnych związków zapachowych, które w procesie odwadniania osmotycznego wnikną do odwadnianego materiału?
4. Czy wprowadzenie lotnych związków zapachowych w procesie odwadniania osmotycznego w roztworach osmotycznych uzyskanych na bazie zagęszczonych

soków i ekstraktów z ziół zmniejszy degradację lotnych związków w procesie dosuszania?

Na podstawie tak określonych problemów badawczych i przeprowadzonych rozważań, sformułowane zostały hipotezy badawcze:

- H1: Usunięcie większych cząstek z roztworu osmotycznego będzie sprzyjało przyrostowi suchej substancji SG w odwadnianym materiale dzięki głębszemu wnikaniu tych cząstek w strukturę odwadnianego materiału.
- H2: Wprowadzenie koncentratów aromatów roślin obniżyły potencjał chemiczny roztworu osmotycznego, który ma istotny wpływ na proces wymiany masy podczas odwadniania osmotycznego.
- H3: Usunięcie związków o dużej masie cząsteczkowej z zagęszczonego soku wykorzystanego do procesu odwadniania osmotycznego surowców roślinnych z dodatkiem ekstraktów z ziół, spowoduje znaczący przyrost zawartości związków lotnych w odwadnianym materiale.
- H4: Wprowadzenie substancji z roztworów osmotycznych do odwadnianego materiału wypełni przestwory międzykomórkowe, co spowoduje zatrzymanie związków lotnych wewnątrz surowca podczas dosuszania przy użyciu różnych metod.

Celem przedstawionych w cyklu badań publikacji było określenie wpływu właściwości roztworu osmotycznego uzyskanego na bazie zagęszczonych soków wzbogacanych koncentratami aromatów z roślin na kinetykę procesu odwadniania osmotycznego i dosuszania różnymi sposobami oraz jakość odwadnianego surowca. W ramach osiągnięcia zakładanego celu Kandydatka zrealizowała 4 zadania badawcze. Odnoszą się one kolejno do:

1. Określenia wpływu parametrów procesowych (ultradźwięki, mikrofała, obniżone ciśnienie) na kinetykę odwadniania osmotycznego i jakość odwodnionego surowca.
2. Określenia wpływu właściwości fizycznych roztworów osmotycznych na kinetykę procesu i jakość odwadnianego surowca.
3. Określenia wpływu składu chemicznego roztworów osmotycznych na właściwości fizykochemiczne odwadnianego materiału i kinetykę procesu.
4. Określenia wpływu właściwości fizykochemicznych roztworów osmotycznych (filtrowanych i niefiltrowanych) na kinetykę suszenia i jakość suszu.

Materiałem badawczym były jabłka (Champion), słodka kukurydza (Overland), dynia (Butternut) oraz zagęszczony sok jabłkowy i aroniowy. W szczegółowy sposób w formie tabelarycznej (tabela 1) przedstawione zostały wykorzystane surowce, roztwory osmotyczne,

parametry procesu oraz analizowane właściwości fizykochemiczne przedstawione w publikacjach wchodzących w skład osiągnięcia naukowego. W cyklu publikacji (publikacja nr 3 i 4) Doktorantka wykorzystała suszenie sublimacyjne, konwekcyjne, mikrofalowo-próżniowe oraz metodę łączoną polegającą na podsuszaniu konwekcyjnym i dosuszaniu mikrofalowo - próżniowym. Dla wymienionych publikacji w bardzo skondensowany sposób w tabeli 2 przedstawiła parametry procesu oraz analizowane właściwości fizykochemiczne uzyskanego suszu.

Realizując pierwszy z celów szczegółowych (**Wyniki i dyskusja - publikacja nr 1**) Doktorantka i współautorzy wykazali wpływ zastosowania ultradźwięków, mikrofal oraz obniżonego ciśnienia na kinetykę procesu odwadniania oraz na proces selektywnego wnikania związków aktywnych do odwadnianego materiału (w opisie brakuje, że dotyczy to plasterów owoców jabłek). Zastosowanie ultradźwięków pozwoliło na uzyskanie ponad 25% wyższej redukcji wody w porównaniu do klasycznego odwadniania. Według autorów odwadnianie z równoczesnym zastosowaniem ultradźwięków i obniżonego ciśnienia powodowało rozluźnienie struktury materiału oraz zwiększenie powierzchni wymiany, tym samym pozwoliło na uzyskanie wysokich wartości ABTS, FRAP i TPC. Przyrost pojemności przeciw utleniającej był ponad 4 – razy wyższy w porównaniu do świeżego surowca. Zastosowanie modeli matematycznych i dobrze przeprowadzona analiza statystyczna pozwoliła autorom na wnikliwą analizę otrzymanych wyników badań dotyczącej określenia korzystnych parametrów procesu odwadniania analizowanego surowca. Na podkreślenie zasługuje bardzo dobrze przeprowadzona dyskusja odwołująca się do pozycji literatury w większości anglojęzycznych.

Interesującym etapem badań Doktorantki (**publikacja nr 2**) było przedstawienie procesu odwadniania osmotycznego prowadzonego w filtrowanym i niefiltrowanym zagęszczonym soku aroniowym. Po zastosowaniu filtrów o różnych wielkościach porów uzyskane wyniki wykazały, że filtracja roztworu osmotycznego miała znaczący wpływ na aktywność wody, z najwyższym wynikiem uzyskanym dla roztworu z najmniejszymi cząstkami OS < 0,2 μm , a najniższym dla roztworu niefiltrowanego (NF OS). Kinetyka odwadniania dla dyni w filtrowanych i niefiltrowanych roztworach wykazała intensywny przyrost masy (SG) w analizowanych wariantach do 30 min procesu natomiast najniższą efektywność odwadniania odnotowano po 120 min procesu. Opierając się na badaniach innych autorów, uzyskanych wynikach oraz wykonanych zdjęciach SEM Doktorantka wskazuje na korzystny wpływ filtracji na kinetykę odwadniania osmotycznego dla krótkiego czasu procesu (do 30 min) dla roztworów 1,2 μm i 0,2 μm z dodatkiem ekstraktu mięty. Jednak na podstawie

uzyskanych wyników dotyczącego istotnego wpływu filtracji na przyrost masy w rozpatrywanym okresie 120 min hipoteza H1 mówiąca, że usunięcie większych cząstek z roztworu sprzyja przyrostowi substancji jej nie potwierdza. Podczas wnikliwej analizy Kandydatka stwierdziła, że proces jest bardziej złożony i nie tylko wielkość cząstek, ale także inne czynniki będą miały wpływ na kinetykę tego procesu. W związku z tym proszę o wyjaśnienie - **Jakie czynniki oprócz filtracji większych cząstek z roztworu mogły mieć wpływ na efektywność odwadniania po 120 min procesu?** Również uzyskane wyniki przedstawione w publikacji 4 dotyczące filtracji zagęszczonego soku aroniowego oraz dodatku wodnego ekstraktu mięty do roztworu osmotycznego według Doktorantki nie mogą potwierdzić hipotezy H2, że ekstrakt z aromatów obniży potencjał chemiczny roztworu osmotycznego oraz, że dodatek z mięty nie wpłynął istotnie na kinetykę procesu. Mam pytanie do Doktorantki - **Czy według doniesień literaturowych, zastosowanie innego ekstraktu jak z mięty może wpłynąć na obniżenie potencjału chemicznego roztworu osmotycznego i na kinetykę procesu?**

W publikacji nr 2 Doktorantka na podstawie uzyskanych wyników odnotowała, że filtracja zagęszczonego soku aroniowego znacząco wpłynęła na zawartość polifenoli oraz pojemność przeciwutleniającą odwadnianego surowca (dynia). Usunięcie dużych cząstek z roztworu spowodowało spadek TPC oraz pojemności przeciwutleniającej w roztworze mierzoną za pomocą ABTS i FRAP. Wprowadzenie ekstraktu z mięty do filtrowanego soku aroniowego (**publikacja nr 4**) powodowało w procesie odwadniania niższy przyrost substancji natomiast większy ubytek wody w porównaniu do niefiltrowanego roztworu osmotycznego. Wykazano również znacznie większą zawartość związków lotnych (udział karwonu) w materiale odwadnianym w filtrowanym roztworze oraz w wysuszonym materiale z zastosowaniem suszenia konwekcyjnego. Według autorów suszenie tą metodą wpływa na porowatość suszonych materiałów i powoduje zamykanie związków lotnych wewnątrz suszonego materiału (potwierdzenie hipotezy H4). W ramach zadania 4 (**publikacja nr 3**) przedstawiono wpływ odwadniania osmotycznego słodkiej kukurydzy w roztworze osmotycznym na bazie zagęszczonego soku jabłkowego na kinetykę procesu suszenia przy użyciu suszenia konwekcyjnego (CD), Mikrofalowo-próżniowego (VMD) oraz metody łączonej (CD/VMD). Porównano kinetykę suszenia próbek wysuszonych różnymi metodami z odwadnianiem osmotycznym jako obróbką wstępną i bez odwadniania. Zastosowanie odwadniania osmotycznego miało znaczący wpływ na barwę kukurydzy cukrowej a także na analizę profilu tekstury (TPA). Próbkę odwadnianie odznaczały się większą twardością TPA,

spoistością oraz żuwalnością (żujnością) i były bardziej słodkie i soczyste oraz miały intensywniejszą barwę.

Rozdział 5. **Podsumowanie i wnioski.** Zgodnie z założoną koncepcją, przyjętymi hipotezami oraz zadaniami badawczymi pracy przedstawione zostały skompensowane wyniki badań i dyskusja, są odzwierciedleniem uzyskanych najważniejszych wyników badań zawartych w przedłożonej do oceny pracy doktorskiej w formie powiązanych tematycznie 4 oryginalnych artykułów naukowych poświęconych tematyce wpływu zastosowanych wybranych roztworów osmotycznych na proces odwadniania surowców roślinnych i jakość suszu. Doktorantka w sposób wyważony i precyzyjny sformułowała 7 wniosków, które poprawnie i trafnie uogólniają 3 główne osiągnięcia przedstawione w rozprawie doktorskiej dając odpowiedź na postawione w pracy hipotezy i cele badawcze. Mają one charakter zarówno poznawczy jak i praktyczny.

Rozdział 6. **Bibliografia** Wykaz bibliograficzny rozprawy obejmuje 68 obcojęzycznych pozycji naukowych i wykonany został zgodnie z wymogami edytorskimi, szkoda jedynie, że nie uszeregowany w sposób alfabetyczny.

Ocena pozostałego dorobku naukowego i popularyzatorskiego

Doktorantka na dzień 26.06.2021 jest współautorką 12 publikacji naukowych z listy MNiSW łącznie z publikacjami wchodzącymi w skład przedstawionego do recenzji osiągnięcia naukowego. Sumaryczny Impact Factor IF według roku opublikowania wynosi 36,348, natomiast ilość punktów za publikacje 1050. Łączna liczba cytowań według bazy Web of Science 44 (bez autocytowań 39), indeks Hirscha 4. Ponadto Pani mgr inż. pełniła funkcję kierownika projektu finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki. Brała udział jako wykonawca w 3 projektach (Preludium oraz w dwóch Dolnośląskich Bonach na Innowacje). Odbyła 2 jednomiesięczne zagraniczne staże naukowe w Hiszpanii i Nowej Zelandii. Poza tym uczestniczyła w 9 konferencjach naukowych i zrecenzowała 6 artykułów naukowych.

Ocena formalna pracy

Przedstawiona do oceny praca przygotowana jest bardzo starannie jedynie w opisie publikacji 1 brakuje mi, że odwadnianym materiałem były plastry owoców jabłek oraz wyjaśnienia w języku polskim czego dotyczą łodygi Pakchoi (według słownika Pak choi – łodygi kapusty chińskiej).

Wniosek końcowy

Praca doktorska mgr inż. Klaudii Masztalerz rozwiązuje problem naukowy przedstawiony za pomocą hipotez badawczych oraz przedstawia oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze produkcji ogrodniczej. Profesjonalne podejście Doktorantki do zagadnień, zarówno w kwestii przeglądu literatury, odpowiedniego doboru metod badawczych jak i organizacji badań, ich przeprowadzenia a także interpretacji wyników stanowi oryginalne rozwiązanie jasno sprecyzowanego problemu naukowego. Charakteryzuje się aktualnością tematu, oparta jest na najnowszej wiedzy a jej wyniki mogą mieć duże znaczenie użyteczne w tematyce możliwości wykorzystania wybranych roztworów osmotycznych w procesie odwadniania surowców roślinnych i poprawy jakości suszu. Podjęte badania uważam za bardzo wartościowe i uzupełniają wiedzę naukową w dyscyplinie Rolnictwo i Ogrodnictwo. Mając na uwadze bardzo szeroki zakres wykonanych badań, zastosowane modele matematyczne, rozbudowane obliczenia statystyczne w przedłożonej do oceny rozprawie wnioskuję o jej wyróżnienie.

Reasumując stwierdzam, że praca doktorska mgr inż. Klaudii Masztalerz **pt. „ Wpływ właściwości fizyko-chemicznych roztworów osmotycznych na proces odwadniania surowców roślinnych i jakość suszu”** spełnia wymagania wynikające z Ustawy z dn. 14.03.2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz.U. 2017 poz. 1789 tekst jedn) i przedkładam wniosek do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu o dopuszczenie mgr inż. Klaudię Masztalerz do dalszego toku przewodu doktorskiego.

Uniwersytet Rzeszowski
Kierownik Zakładu
Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej
prof. dr hab. inż. Józef Gorzelany